DIE NATURWISSENSCHAFTEN

19. Jahrgang | 20. Februar 1931 | Heft 8

Johann Georg Hagen.

Von Friedrich Becker, Bonn.

Am 5. September 1930 starb in Rom im vierundachtzigsten Lebensjahre der Nestor der Astronomen, P. J. G. Hagen. Hagen ist über den Kreis seiner eigenen Wissenschaft hinaus als Verfasser mathematischer und physikalischer Werke bekannt geworden; so ist es wohl gerechtfertigt, wenn auch an dieser Stelle des Toten gedacht wird.

Gebürtiger Bregenzer, vom sechzehnten Lebensjahre an Mitglied des Jesuitenordens, naturwissenschaftlich und mathematisch vorgebildet an der damaligen Akademie in Münster und an der Universität Bonn, verbrachte Hagen den größten Teil seines Lebens im Auslande. Von 1888—1906 leitete er die Sternwarte des Georgetown College in Washington, von 1906 bis zu seinem Tode die Vatikanische Sternwarte in Rom. Mit der wissenschaftlichen Geltung dieser beiden Institute ist Hagens Name untrennbar verknüpft.

Das erste große Unternehmen, dem sich Hagen in Washington widmete, war die schon lange von ihm geplante kartographische Aufnahme der Umgebungen veränderlicher Sterne. So entstand in vieljähriger Beobachtungsarbeit, die damals noch nicht durch das Hilfsmittel der Photographie erleichtert wurde, der Atlas Stellarum Variabilium; sechs Serien erschienen in rascher Folge in den Jahren 1899—1908, eine siebente wurde unter Mitarbeit von K. Graff und M. Esch im Jahre 1927 herausgegeben. Auf 379 Karten, deren jede das Sternfeld rings um einen Veränderlichen darstellt, und ebensovielen Katalogblättern liefert das Werk die Positionen und visuellen Helligkeiten vieler Tausender von Sternen und damit die notwendigen photometrischen Vergleichsmarken zum Studium des Lichtwechsels der Veränderlichen. Auch als Grundlage für stellarstatistische Untersuchungen hat das Datenmaterial des Atlas gute Dienste geleistet.

In die Washingtoner Zeit fällt auch der vorläufige Abschluß einer anderen umfangreichen Arbeit, der Synopsis der höheren Mathematik. Seine ersten Anfänge nahm dieses Werk schon in Hagens Studienjahren, aber ungünstige äußere Verhältnisse verzögerten das Erscheinen des 1. Bandes bis zum Jahre 1891. Der Zweck des Werkes, das weder ein Lehrbuch, noch eine bloße Formelsammlung sein soll, ist, um es mit einem dem Astronomen geläufigen Wort zu sagen, eine Durchmusterung der höheren Mathematik, einer Erd- oder Himmelskarte vergleichbar, in welche der vorhandene Stoff bis zu einer angenommenen Vollständigkeitsgrenze übersichtlich eingetragen ist. Die bisher vorliegenden Bände behandeln die Arithmetik und Algebra (1891), die Geometrie der algebraischen Gebilde (1894) und die Differential- und Integralrechnung (1900—1905). Noch in seinen letzten Lebensjahren arbeitete Hagen weiter an diesem Werke; ein 4. Band, Differentialgeometrie, befindet sich im Druck.

An kleineren literarischen Arbeiten aus dieser Zeit sind noch zu nennen ein Verzeichnis der Werke Leonard Eulers und die Herausgabe der Beobachtungen Veränderlicher Sterne von Heis und Krüger (1903).

Die Berufung nach Rom (1906) stellte Hagen vor neue Aufgaben. Die Vatikanische Sternwarte hatte auf dem Pariser Kongreß im Jahre 1887 die Bearbeitung der Zone + 55° bis + 64° der photographischen Himmelskarte übernommen und war zu diesem Zweck mit einem Normalastrographen ausgerüstet worden. Aber man hatte, wie wohl die meisten der an dem Unternehmen beteiligten Sternwarten, die zur Erreichung des Zieles, es handelte sich in dieser Zone um die Messung und Berechnung von rund 500000 Sternpositionen, notwendige Arbeit stark unterschätzt, und es bedurfte besonderer organisatorischer Begabung und nicht minderer Beharrlichkeit, um das Werk zu Ende zu führen. Hagen, der über beide Eigenschaften verfügte, führte es glücklich zu Ende, nicht zuletzt dadurch, daß er, belehrt durch den langsamen Fortgang des Unternehmens, sein Arbeitsprogramm auf das unbedingt Notwendige beschränkte und außerdem die Reduktionsarbeiten an die Sternwarte in Oxford abgab, deren Direktor, der kürzlich verstorbene H. H. Turner, auf diesem Gebiete besondere Erfahrung besaß. So hatte Hagen noch zwei Jahre vor seinem Tode die Genugtuung, den letzten der 10 Bände der Öffentlichkeit zu übergeben und damit an fünfter Stelle unter 19 Sternwarten seine Zone abzuschließen. Die Beschäftigung mit dieser Arbeit, die ihm innerlich doch fremd war, hat gewiß zu der skeptischen Haltung beigetragen, die Hagen allen unpersönlichen, durch Kommissionen beschlossenen wissenschaftlichen Unternehmungen gegenüber einnahm.

Während der ersten Jahre seiner Tätigkeit in Rom widmete sich Hagen besonders der Neuordnung und Ausgestaltung der Vatikanischen Sternwarte, wofür ihm die Mittel bereitwillig zur Verfügung gestellt wurden. Die Gebäude wurden durch Hinzunahme der ehemaligen päpstlichen Sommervilla im Vatikanischen Garten bedeutend erweitert, Bibliothek und Zeitdienst reorganisiert und als neues Hauptinstrument ein visueller Refraktor von 42 cm Öffnung aufgestellt. Inzwischen benutzte Hagen ein kleines 6zölliges Fernrohr, um ein neues Gebiet in Angriff zu nehmen, nämlich

die Beobachtung der Sternfarben, die er unter dem klaren Himmel der Appenninischen Halbinsel besonders deutlich ausgeprägt fand. Seine Neubeobachtung des alten, ebenfalls in Rom entstandenen Sternfarbenkataloges von SESTINI und seine kritische Einleitung dazu gehören zum Besten, was über visuelle Sternfarben veröffentlicht worden ist. Der 1916 als Publikation der Specola Vaticana erschienene Indexkatalog der Sternfarben vereinigt HAGENS Beobachtungen mit den Farbenschätzungen OSTHOFFS und KRÜGERS und umfaßt weit über 6000 Sterne. Wenn auch die durch Schätzung erhaltenen Sternfarbenwerte für manche Zwecke jetzt nicht mehr ausreichen und durch gemessene Farbenindizes ersetzt werden müssen, so ist doch dieses Material schon wegen seiner Reichhaltigkeit noch heute von Wert und erst in letzter Zeit wieder zu statistischen Untersuchungen benutzt worden.

Neben diesen Arbeiten fand HAGEN noch Zeit zur Ausführung einer allmählich in ihm gereiften Idee, die Achsendrehung der Erde durch einen neuen mechanischen Beweis zu demonstrieren. „Der Plan bestand darin, eine Torsionswaage aufzuhängen, leicht aus Holz gebaut, auf der schwere Massen horizontal verschoben werden konnten. Die bewegende Kraft sollte die Schwere sein, aber zentral wirkend, damit sie kein Kräftepaar erzeugte. Auf einen solchen Apparat mußte das Prinzip der konstanten Flächenräume anwendbar sein. Dreht sich demnach die Erde und mit ihr der Apparat, so muß eine horizontale Verschiebung der Massen eine Änderung in der Winkelgeschwindigkeit hervorrufen." Ein weites Gewölbe in dem mehr als tausendjährigen Turm der Leoninischen Festung war zur Verwirklichung des Planes wie geschaffen. Der Apparat, nach HAGENS Angaben gebaut, wurde hier aufgehängt, und schon die ersten Versuche im Herbst 1908 zeigten, daß der qualitative Beweis gelungen war. Eine etwas abgeänderte Versuchsanordnung lieferte dann auch den quantitativen Beweis; die Ausschläge der Waagebalken erfolgten nach Richtung und Betrag genau im Sinne der Theorie. Die Beschreibung der Versuche und des Apparates, der unter dem Namen Isotomeograph bekannt geworden ist, nebst einer historisch kritischen Übersicht über die älteren mechanischen Beweise der Erdrotation von HAGEN selbst und seinem Mitarbeiter Dr. J. STEIN bildet den 1. Band einer neuen Serie von Veröffentlichungen der Vatikanischen Sternwarte, die bis dahin vorwiegend meteorologische Beobachtungen enthalten hatten.

Inzwischen war der neue 16zöllige Refraktor fertig geworden, für den HAGEN schon ein Arbeitsprogramm vorbereitet hatte. Die Helligkeiten der Nebelflecke wurden bis dahin noch immer in der schon ein Jahrhundert alten, umständlichen Wortbeschreibung ausgedrückt, während es für Sternhelligkeiten längst im System der Größenklassen eine exakte Zahlenskala gab. Zwar ist es möglich, auch die Nebelhelligkeiten in Größenklassen anzugeben, aber die dazu notwendigen Messungen sind so zeitraubend, daß sie vorläufig nur einen kleinen Teil der helleren Objekte umfassen. Hier wollte HAGEN vermitteln, indem er, gestützt auf seine große Erfahrung im Schätzen von Helligkeitsdifferenzen eine rasch zu handhabende, numerische Schätzungsskala einführte und sich die Aufgabe stellte, alle Nebel des DREYERschen Generalkataloges zwischen dem Nordpol und −20° Deklination, im ganzen fast 6000 Objekte, in diese Skala einzuschätzen. In 15jähr. Arbeit führte HAGEN seinen Plan durch, und ein Vergleich der geschätzten Flächenhelligkeiten mit den von WIRTZ gemessenen zeigte, daß die Schätzungen durch eine einfache lineare Beziehung in das System der Größenklassen übertragen werden können. HAGENS Arbeit bildet eine glückliche Ergänzung zu zwei anderen großen Revisionen des DREYERschen Kataloges, nämlich der hauptsächlich auf die Positionen gerichteten von BIGOURDAN in Paris und der photographischen von REINMUTH in Heidelberg.

Das erste Heft der Nebelbeobachtungen erschien 1922. Ein Jahr vorher hatte HAGEN sein großes Werk über die Veränderlichen Sterne abgeschlossen und damit für ein Teilgebiet der Astrophysik eine Darstellung gegeben, wie sie mit gleicher Ausführlichkeit und Sachkenntnis nicht vielen Gebieten der exakten Naturwissenschaften zuteil geworden ist. Während der physikalische Teil des Werkes, enthaltend die Theorien des Lichtwechsels, von P. J. STEIN verfaßt worden ist, behandelt HAGEN selbst die Stufenschätzungsmethode und alle sich daran knüpfenden Rechnungsverfahren bis zur Ableitung der Elemente des Lichtwechsels. Er nennt diesen Abschnitt, der über 800 Quartseiten umfaßt, bescheiden den geschichtlich technischen Teil, woraus nicht annähernd hervorgeht, welche Fülle von Anregung zur Methodik des wissenschaftlichen Arbeitens im allgemeinen darin geboten wird.

HAGENS letzte Lebensjahre waren ausgefüllt mit der Erschließung eines neuen Forschungsgebietes. Wir wissen schon seit langem, daß es in und nahe der galaktischen Ebene große Ansammlungen dunkler Nebelwolken gibt, und Untersuchungen aus letzter Zeit verlangen sogar eine zusammenhängende, wenn auch dünne Schicht absorbierender Massen beiderseits des galaktischen Äquators. Der Nachweis solcher Objekte wurde aber stets auf indirektem Wege geführt, durch die allgemeine oder selektive Absorption, die sie auf das Sternlicht ausüben. HAGEN war jedoch im Laufe seiner Nebelbeobachtungen zu dem Ergebnis gelangt, daß man solche Wolken auch unmittelbar am Fernrohr sehen könne, und zwar nicht nur in niedrigen galaktischen Breiten, sondern am ganzen Himmel, und er vermochte seine Ansicht auch durch alte, fast vergessene Beobachtungen W. HERSCHELS zu stützen. Wenn nun auch diese Wahrnehmungen selbst nicht zu leugnen waren, so neigte man anfangs doch dazu, ihre Interpretierung

als kosmische Nebelwolken für übereilt anzusehen und eher Kontrastwirkungen oder ähnliche physiologische Ursachen zu ihrer Erklärung heranzuziehen. HAGEN hat sich durch diese Stimmen nicht beirren lassen, und noch im vergangenen Jahre konnte er an dem Fall des Nebels NGC 7088 den unzweifelhaften Nachweis erbringen, daß es wirklich Nebel gibt, die sich leicht beobachten, aber bis jetzt auf keine Weise photographieren lassen. Diese Feststellung allein ist so wichtig, daß wir an einer sorgfältigen Klärung des gesamten Fragenkomplexes nicht mehr vorbeikommen, eine Aufgabe, die HAGEN als sein geistiges Erbe hinterlassen hat.

Als Beobachter und wissenschaftlicher Organisator steht HAGEN in der Reihe der ersten seiner Zeit, kongenial Männern wie ARGELANDER, SCHÖNFELD, PICKERING, MÜLLER. Sein wissenschaftliches Lebenswerk stellt schon rein quantitativ eine ungewöhnliche Leistung dar, ohne sich darum an Zuverlässigkeit und Exaktheit das geringste zu vergeben.

Das Sammeln und Ordnen von Beobachtungsdaten ist auf weiten Strecken der Astrophysik und Stellarastronomie heute noch eine dringende Notwendigkeit. Wenn HAGEN, der selber in der Methodik solcher Arbeiten Meister war und ihnen einen großen Teil seiner Kraft gewidmet hat, am Schluß seines Werkes über die Veränderlichen Sterne sagt: „. . . der menschliche Geist gibt sich mit bloßem Entdecken und Klassifizieren nicht zufrieden. Wissenschaft beginnt erst da, wo die Ursachen der Erscheinungen erkannt werden", so prägt sich darin eine Geisteshaltung aus, die für die Würdigung dieser einzigartigen Persönlichkeit fast ebenso wichtig ist, wie sein Werk.

HAGEN war Mitglied der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften, Associate der Royal Astronomical Society und Socio Straniero der Reale Accademia dei Lincei in Rom. Zu seinem achtzigsten Geburtstage wurde er von der Theologischen Fakultät der Universität Münster zum Doktor h. c. ernannt, nachdem ihm sechs Jahre früher schon die Philosophische Fakultät der Universität Bonn die gleiche Ehrung hatte zuteil werden lassen.

Die experimentelle Auslösung von Mutationen und ihre Bedeutung für das Evolutionsproblem[1].

Von VICTOR JOLLOS, Berlin-Dahlem.

Erörterungen des Evolutionsproblems, die noch vor wenigen Jahrzehnten im Vordergrunde des Interesses standen, sind seit geraumer Zeit in wissenschaftlichen biologischen Kreisen verhältnismäßig selten geworden. Nicht etwa deswegen, weil die alten Fragen nach der Entstehung der Arten in allgemein anerkannter Weise geklärt worden wären, sondern gerade umgekehrt, weil mit wachsender Kenntnis der tatsächlichen Verhältnisse an Stelle des früheren optimistischen Glaubens an den Erklärungswert allgemeiner theoretischer Vorstellungen von der „Allmacht der Naturzüchtung" oder der Vererbung erworbener Eigenschaften meist vorsichtige Zurückhaltung oder skeptische Resignation getreten sind. Bewirkt wurde dieser Umschwung durch die Ergebnisse gerade *des* Zweiges der Biologie, der wie kein anderer berufen schien, die Evolutionslehre aus der Sphäre theoretischer Spekulationen und vergleichend morphologischer Betrachtungen herauszuheben und auf eine experimentell gesicherte Basis zu stellen — der Vererbungslehre. Dreißig Jahre experimenteller Forschung haben uns zwar einen wesentlich vertieften Einblick in die Erblichkeitserscheinungen vermittelt, sie haben unsere Vorstellungen über den Gang der Evolution stark gewandelt, uns aber bei unseren Erklärungsversuchen zugleich kritischer und bescheidener gemacht.

Von den beiden in der Periode vergleichend morphologischer Betrachtungsweise miteinander ringenden Deutungsversuchen, die historisch mit den Namen LAMARCK und DARWIN verknüpft werden, ist der auf der Annahme einer Vererbung im individuellen Leben erworbener Eigenschaften fußenden LAMARCKistischen Vorstellungsweise vollends der Boden entzogen worden. Die scharfe begriffliche Scheidung von Phänotypus und Genotypus, die immer wieder festgestellte Unveränderlichkeit rezessiver Gene auch bei über noch so viele Generationen ausgedehntem Aufenthalt im Körper von Individuen vom dominanten Typ stehen zu der Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften im Sinne LAMARCKS im schärfsten Gegensatz. Zeigten sie doch ganz allgemein die Belanglosigkeit phänotypischer Erscheinungen und Veränderungen für den Genotypus.

Aber auch die Selektionslehre DARWINS erschien in ihren wesentlichen Grundlagen erschüttert, setzte sie doch das Vorhandensein kontinuierlicher erblicher Variationen voraus, während die exakte Forschung nur diskontinuierliche Veränderungen, die Mutationen, kennen lehrte und die scheinbar kontinuierlichen Variationsreihen und die durch Selektion bei ihnen erzielbaren Verschiebungen auf phänotypische Varianten sowie vor allem auf Unreinheit des untersuchten Ausgangsmateriales, auf das Vorhandensein erblich verschiedener reiner Linien innerhalb einer Population zurückführen konnte.

Als einziger sicher nachgewiesener Weg der Umbildung von Organismen blieben somit nur die Mutationen und ihre Kombinationen bei Kreuzungen.

Wenn nun auch genauere Prüfung gezeigt hat, daß Mutationen nicht etwa als Ausnahmefälle zu

[1] Vortrag gehalten auf dem I. Dahlemer „Biologischen Abend" der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft am 17. November 1930.

werten sind, sondern in Form von „Kleinmutationen" verhältnismäßig häufig auftreten, so bleibt doch die Erklärung der Artenbildung durch Mutationen und Selektionswirkung in mancher Hinsicht unbefriedigend: Gerade den Kleinmutationen gegenüber erscheint der gegen die alte Selektionslehre so häufig erhobene Einwand berechtigt, daß derartig unbedeutende Veränderungen schwerlich für die Erhaltung oder Ausmerzung der betroffenen Formen von ausschlaggebender Bedeutung sein könnten. Wie aber sollen sich kleinste diskontinuierliche zufällige und richtungslose erbliche Veränderungen bis zu Selektionswert steigern? Wie sollten ferner durch derartige richtungslose Mutationen die mannigfachen uns so „orthogenetisch" erscheinenden Entwicklungsreihen erklärt werden können, die uns die vergleichende Morphologie und Paläontologie kennen gelehrt haben? Gewiß, manche dieser orthogenetischen Reihen mögen willkürlich konstruiert und unzureichend belegt sein. Bei anderen mag es sich um rein somatische, nicht erbliche Veränderungen oder endlich auch um allmähliche Herausselektion reiner Linien aus einer Population handeln. Aber auch bei noch so starker Berücksichtigung solcher möglichen Einwendungen bleibt immer noch genügend Material übrig, um den mit den morphologischen Tatsachen vertrauten Biologen an der Existenz gerichtet verlaufender Stammesentwicklung nicht zweifeln zu lassen. Erinnert sei nur an das klassische Beispiel der Extremitäten- und Körperentwicklung in der Stammesgeschichte der Equiden, an die Entwicklung mancher Molluskenschalen oder Schmetterlingszeichnungen. Orthogenetische Entwicklung ist aber durch noch so gehäuftes Auftreten richtungsloser Mutationen und Eingreifen von Selektion schwerlich befriedigend zu deuten. Eine andere experimentell gesicherte Erklärungsmöglichkeit vermochte die Vererbungslehre jedoch bisher nicht zu bieten.

So ist es denn begreiflich, daß heute eine tiefe Kluft zwischen den Anschauungen der Genetiker und denen der meisten Paläontologen und vergleichenden Morphologen besteht, wie sie sich z. B. bei den wenig fruchtbaren Diskussionen auf der vorjährigen gemeinsamen Tübinger Tagung der deutschen Paläontologen und Vererbungsforscher besonders klar gezeigt hat. Sicherlich sind die Paläontologen im Unrecht, wenn sie ihre Befunde noch immer im alten LAMARCKistischen Sinne deuten und nicht erkennen, daß solcher Vorstellungsweise durch die Ergebnisse der experimentellen Forschung der Boden entzogen worden ist. Aber andererseits sind sie, die ja gerade Dokumente gerichteter Entwicklung ständig vor Augen haben, wohl im Recht, wenn sie die einzige Erklärungsweise, die die Genetik ihnen dafür bieten konnte, die zufälligen richtungslosen Mutationen, als unbefriedigend betrachten. Die Notwendigkeit der Heranziehung eines gerichtete Entwicklung ermöglichenden Prinzipes zur Erklärung der Orthogenesis ist ja schon vor langer Zeit auch von dem schärfsten Gegner LAMARCKistischer Gedankengänge, AUGUST WEISMANN, klar erkannt worden. Er suchte ihr in seiner Germinalselektionslehre gerecht zu werden, ohne allerdings mehr als theoretische Spekulationen bieten zu können: Veränderung eines Erbfaktors sollte nach WEISMANN aus inneren Gründen in der Folge gleichsinnige Verstärkung dieser Veränderung begünstigen. Den WEISMANNschen Vorstellungen im Prinzip nahe verwandte Anschauungen sind dann in modernerer Form von GOLDSCHMIDT in seiner Theorie der quantitativen Grundlagen der Vererbung entwickelt worden. Bei WEISMANN wie GOLDSCHMIDT werden fortschreitende erbliche Veränderungen in erster Linie auf innere Bedingungen des Keimplasmas selbst zurückgeführt, wenn auch naturgemäß ein mittelbarer Einfluß äußerer Faktoren dabei keineswegs ausgeschlossen erscheint.

Merkwürdigerweise ist dagegen offenbar noch nie eine experimentelle Prüfung der grundlegenden Frage durchgeführt worden, ob Mutationen wirklich ganz richtungslos entstehen oder ob nicht bei weiterer Einwirkung von Mutationen auslösenden Außenfaktoren auf die Nachkommen mutierter Formen die primäre erbliche Veränderung in gleicher Richtung verstärkt werden kann. An diesem Punkte setzen nun die Untersuchungen ein, über die im folgenden zu berichten ist.

Voraussetzung für die Durchführung einer derartigen experimentellen Prüfung war natürlich die Möglichkeit, Mutationen bei einem in seiner erblichen Konstitution genauer bekannten Organismus durch bestimmte Außeneinflüsse auszulösen. Diese Voraussetzung schien am besten bei der berühmten Taufliege *Drosophila melanogaster* gegeben.

Zwei verschiedene Methoden der Mutationsauslösung sind hier in den letzten Jahren angegeben worden: die Bestrahlung mit Radium und Röntgenstrahlen nach MULLER und die Einwirkung höherer Temperaturen während eines bestimmten Larvenstadiums nach GOLDSCHMIDT. Die Bestrahlungsmethode ließ zwar mit größerer Sicherheit Mutationsergebnisse erwarten, aber sie erfordert einmal eine kostspieligere Apparatur; weiterhin ruft sie — wenigstens bei Anwendung der bisher für Mutationsauslösung wirksam befundenen Dosen — allzu tiefgreifende Veränderungen hervor, die die Klärung unserer Frage erschweren. Endlich handelt es sich dabei um Einwirkungen, die in dieser Stärke wohl kaum jemals unter natürlichen Bedingungen wirksam sind oder gewesen sein können. Unter diesen Gesichtspunkten erschien die Beeinflussung durch höhere Temperaturen zweckmäßiger. Doch mußte deren Wirksamkeit nachgeprüft werden, da noch keine Bestätigung der Angaben GOLDSCHMIDTS vorlag.

Die GOLDSCHMIDTsche Methode (die von mir im Verlaufe der Versuche nur in einigen Punkten modifiziert wurde) ist an sich recht einfach: je 12—20 Pärchen von Drosophila werden zur Be-

fruchtung und Eiablage in eine Anzahl von Zuchtflaschen mit Syrup-Maismehl-Agar und Hefe gebracht und bei einer Temperatur von etwa 25° gehalten. Nach 48 Stunden werden die Elternfliegen entfernt und entsprechend in eine neue Flaschenserie versetzt, und dieses Verfahren kann einige Zeit fortgesetzt werden, so daß man eine Anzahl Parallelzuchten von Nachkommen der gleichen Eltern erhält, die teils behandelt werden, teils, unbehandelt, als Kontrollen dienen. Jeweils 5 Tage nach Entfernung der Elternfliegen werden die Versuchszuchten aus dem 25°-Thermostaten am besten für 15—23 Stunden in einen konstant 35—36° haltenden Wärmeschrank gebracht, um nach Ablauf dieser Frist wieder unter die „normalen" Temperaturbedingungen (25°) zurückversetzt zu werden und hier ihre Entwicklung zu vollenden. Es handelt sich somit um Temperaturgrade und Veränderungen, wie sie selbst in unserer Zeit auch innerhalb des Verbreitungsgebietes von Drosophila noch unter natürlichen Bedingungen vorkommen können. Für Drosophila melanogaster sind sie aber nahezu tödlich. Ein sehr hoher Prozentsatz der im Larvenzustand derart behandelten Individuen stirbt während der Einwirkungszeit der höheren Temperatur oder doch vor Vollendung der Entwicklung. Und von den ausschlüpfenden Fliegen sind recht viele dauernd oder für einige Zeit vollkommen steril. Die Ausbeute an fortpflanzungsfähigen behandelten Drosophilen ist also in der Regel verhältnismäßig sehr gering und recht ungleichmäßig. Um mit Aussicht auf Erfolg zu arbeiten, müssen die Versuche daher von vornherein im großen Maßstabe angesetzt werden.

Dies um so mehr, als endlich auch die Häufigkeit genotypischer Veränderungen bei den erhaltenen fortpflanzungsfähigen Fliegen recht schwankend ist: Während in einzelnen Fällen aus einer behandelten Kultur nur 1—8 für die Weiterzucht verwendbare Individuen hervorgingen, die sich aber sämtlich als genotypisch verändert erwiesen, konnten weit häufiger nur einzelne wenige oder nur eine einzige mutierte Fliege unter etwa 10—70 fortpflanzungsfähigen behandelten Individuen festgestellt werden. Oder endlich, es fanden sich selbst unter zahlreichen vermehrungsfähigen Drosophilen aus einzelnen Zuchten oder selbst ganzen Versuchsserien überhaupt keine erblich veränderten Individuen. Die Methode ist also nicht nur verhältnismäßig roh, sondern auch noch nicht ganz durchsichtig. Es sind offenbar noch zu analysierende variable Faktoren im Spiel, die die Mutationsergebnisse beeinflussen. Auch muß es noch ganz dahingestellt bleiben, ob die Temperaturerhöhung unmittelbar Mutationen auslösend wirkt oder mittelbar, durch Veränderungen etwa der Feuchtigkeit oder der chemischen Beschaffenheit des Kulturmediums.

Trotz dieser der Methode noch anhaftenden, die Arbeit sehr erschwerenden Mängel hat sie sich doch bei meinen Versuchen schon jetzt als ausreichend für die Auslösung von Mutationen erwiesen, wie ein Blick auf die in Tab. 1 zusammengestellten Mutationsergebnisse lehrt, die während der Zeit von November 1929 bis Oktober 1930 erzielt worden sind.

Tab. 1. *Erzielte Mutationen.*

Art der Mutation	Ausgangs-Stämme				Unbeh. Stämme (Kontrollen)
	Florida	spineless	eosin Stern	coral	
1. eosin	10	2	—	—	—
1a white	—	—	—	3	—
2. Modifikationsfaktor für 1	über 20	1	6	—	—
3. sooty	7	4	—	—	—
4. black	5	2	—	1	—
5. black oder bzw. und sooty	üb. 20	—	4	2	—
6. bobbed	5	—	—	1	—
7. aristaless	—	2	—	—	—
8. yellow	1	—	—	—	—
9. abn. Abd.[1]	üb. 20	9	6	2	1

Zur Erläuterung dieser Ergebnisse sei zunächst hervorgehoben, daß es sich bei diesen Mutationen ausschließlich um *auffällige* erbliche Veränderungen handelt, die auch bei rascher Durchsicht eines großen Materials nicht leicht zu übersehen sind. Mutationen, die erst bei genauer Prüfung der einzelnen Individuen festgestellt werden können, sind hier überhaupt nicht berücksichtigt worden, da eine solche genauere Prüfung bei dem Umfange des untersuchten Materials (das schon jetzt mehrere hunderttausend Fliegen umfaßt) für den einzelnen Untersucher nicht durchführbar ist. Über die Gesamthäufigkeit des Mutierens unter den angegebenen experimentellen Bedingungen kann somit keine genauere Angabe gemacht werden. Die Mutationen auslösende Wirkung der Behandlungsweise geht aber aus dem Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollzuchten unserer Tabelle einwandfrei hervor: Während unter den wenigstens 250000 geprüften Kontrollfliegen nur einmal eine auffällige erbliche Veränderung („abnormal abdomen") festgestellt werden konnte, traten nach der Wärmeeinwirkung unter etwa 50000 untersuchten Nachkommen (der F_1- bzw. F_2-Generation) über hundertmal Mutationen auf!

Sämtliche angegebenen genotypischen Veränderungen — abgesehen von den als „abnormal abdomen" bezeichneten noch genauer zu analysierenden Formen — sind durch Kreuzung mit (aus dem MORGANschen Laboratorium stammenden) bekannten Zuchten sicher identifiziert worden und haben sich bei Weiterführung über 10—20 und mehr Generationen als konstant erwiesen. Daß es sich um echte Mutationen („Genmutationen") handelt, kann somit nicht bezweifelt werden. Daß diese Mutationen endlich in der Tat durch die experimentelle Beeinflussung ausgelöst sind und sicher nicht durch Verunreinigung der Versuchszuchten durch hineingeratene fremde Fliegen oder

[1] Wahrscheinlich nicht identisch mit „abnormal Abdomen" der amerikanischen Autoren.

sonstige Irrtümer vorgetäuscht sein können, zeigt abgesehen von dem Verhalten der Kontrollzuchten das gleichartige[1] Auftreten der erblichen Veränderungen in behandelten Stämmen ganz verschiedener Herkunft; auch in solchen, deren durch rezessive Faktoren bedingte charakteristische Merkmale („spineless"!) bei „Contamination" durch fremde Fliegen nicht zur Ausbildung gelangen würden!

Die Wirksamkeit der Temperaturveränderungsmethode zur Auslösung von Mutationen bei Drosophila melanogaster erscheint somit bewiesen, und damit auch trotz aller ihr noch anhaftenden Mängel ihre Brauchbarkeit zur Prüfung unseres eingangs aufgeworfenen Hauptproblems: des Nachweises „gerichteten" Mutierens.

Unter den nach Wärmebehandlung häufiger auftretenden genotypischen Veränderungen erschienen die Mutationen „eosin" und „sooty" für eine solche Prüfung besonders geeignet, da ja von den in diesen Fällen veränderten Genen mehrere verhältnismäßig gut in ihrer Auswirkung unterscheidbare „Allele" bekannt sind („white"-Serie bzw. „ebony"-Serie). Es wurden daher zahlreiche Zuchten von frisch aus dem Florida-Ausgangsstamm (später auch aus anderen Stämmen) erzielten eosinäugigen bzw. sooty-Fliegen während einer Reihe von Generationen der gleichen Wärmebehandlung wie zuvor unterworfen. Das Ergebnis einer derartigen Versuchsserie für die Augenfarbe zeigt Tabelle 2: Die rote Augenfarbe der Wildform war zunächst zu „dunkel eosin" mutiert (wesentlich dunkler als das eosin eines zum Vergleich herangezogenen MORGANschen Originalstammes). Aus diesem „dunkeleosin" entstand nach Weiterbehandlung ein typisches „(hell-)eosin". Erneute Wärmeeinwirkungen führten zwar bald zu weiterer Aufhellung der Augenfarbe zu „gelb". Hierbei handelte es sich aber nicht um weitere progressive Veränderung des Genes der „white"-Serie, sondern um das Auftreten von sog. „genotypischen Modifikationsfaktoren", d. h. von Mutationen eines (oder mehrerer) anderer Gene, die die Ausprägung des Charakters „eosin" stark beeinflussen. Die Klärung unseres prinzipiellen Problems wird durch die häufige Ausbildung derartiger „Modifikationsfaktoren" natürlich erheblich erschwert, da in jedem Falle der weiteren Aufhellung der Augenfarbe von „eosin"-Fliegen nach fortgesetzter Behandlung erst geprüft werden muß, ob es sich um die Auswirkung solcher „Modifikationsfaktoren" oder aber um Weitermutieren des ursprünglich veränderten Genes der „white"-Serie handelt. Wie die Tabelle 2 zeigt, trat eine solche weitere Veränderung dieses Genes erst nach mehreren Behandlungsperioden auf (hell-)„eosin" bzw. „gelb" mutierte zu „ivory". Erneute wiederholte Behandlung von „ivory"-Individuen führte endlich zu „white", also zur extremsten Stufe dieser Allelenserie!

[1] Die verschiedene Häufigkeit der bei den verschiedenen Ausgangsstämmen bisher erzielten Mutationen (vgl. Tabelle 1) entspricht durchaus der verschiedenen Zahl der mit jedem von ihnen angesetzten Versuche.

Tab. 2. *Entstehungsgeschichte von „W 7".*

Ausgang: Florida-Wildstamm (homozygot).

Behandlungszeit u. -art:	Ergebnis:
12 St. 37°	rotäugig
12 St. 35°	eosin (dunkel) („J.")
12 St. 35°	eosin
12 St. 36°	„gelb" (Modifikationsfaktor)
14 St. 36°	„gelb"
20 St. 35°	„gelb"
24 St. 35°	„gelb"
18 St. 35°	ivory
24 St. 36°	ivory
20 St. 35°	white

In ähnlicher Weise wie in dem in Tabelle 2 wiedergegebenen Falle konnten noch in bisher 9 anderen Versuchsserien durch wiederholte Weiterbehandlung von aus dem Wildstamme zunächst hervorgegangenen „eosin"-Fliegen schließlich weißäugige Zuchten erzielt werden. Niemals kam es dagegen in derartigen Versuchskulturen zu einem Rückschlag von einer helleren zu einer dunkleren Augenfarbe, und niemals ist bisher unter dem Einfluß der Wärmebehandlung (mit Temperaturen von 35—36°) unmittelbar aus der Wildform ein helleres Allel der „white"-Serie als „eosin" hervorgegangen.

Damit ist wohl einwandfrei bewiesen, daß unter der sich auf eine Reihe von Generationen erstreckenden Einwirkung der gleichen Umweltsveränderung Mutationen des „white"-Genes nicht nur ausgelöst, sondern auch „verstärkt" werden können. Die verschiedenen Allele der white-Serie, die bei „Spontanmutation", d. h. unter dem Einfluß unkontrollierbarer Faktoren, ganz regellos aufzutreten scheinen, werden dann in bestimmt gerichteter Folge hervorgerufen.

Ganz entsprechende Ergebnisse wurden auch bei genauerer Prüfung der Mutationen des „ebony"-(sooty) Genes erzielt: Unter der Einwirkung von

Temperaturen von 35—36° entstanden aus dem Wildstamm in der Regel zunächst nur Mutationen, die nur eine leichte Verdunkelung einer hinteren mittleren Partie des Scutums sowie evtl. des Scutellums aufwiesen. Kreuzungen mit typischen „sooty"-Individuen eines amerikanischen Stammes zeigten, daß es sich bei diesen Veränderungen um die Ausbildung eines „schwächeren" Allels dieser Serie handelte, das als „schwächst sooty" (s 1) bezeichnet wurde. Bei Weiterbehandlung derartiger „schwächst sooty"-Zuchten traten Fliegen mit schon ausgeprägteren „sooty"-Merkmalen auf: die Verdunkelung des Scutums war bei ihnen wesentlich stärker und ausgedehnter, und auch die Flügeladern waren deutlich dunkler. Doch war die Pigmentierung immer noch erheblich schwächer als bei dem zum Vergleich herangezogenen Original-„sooty" Stamm. „Schwächst sooty" (s 1) war unter dem Einfluß der fortgesetzten Wärmebehandlung zu „schwach sooty" (s 2) weitermutiert. Nicht weiter behandelte Nachkommen von s 2 (und ebenso von s 1) erwiesen sich bei Weiterzucht als durchaus konstant. Von einzelnen dieser Zuchten sind schon 20 und mehr Generationen geprüft worden. Wurden dagegen „schwach-sooty"-Zuchten wiederum in mehreren Generationen der gleichen Wärmebehandlung wie zuvor unterworfen, so traten in ihnen jetzt typische sooty-Fliegen (s 3) auf (tiefschwarze Färbung eines großen Teiles des Scutums sowie der Flügeladern), die sich in diesen Charakteren in keiner Weise mehr von dem amerikanischen sooty-Stamm unterschieden. Weiterbehandlung von derartigen sooty-Zuchten endlich führte zu einer weiteren Steigerung der Mutation: zu tiefster Schwärzung von Thoraxrücken und Flügeln kam jetzt noch eine schmutzig-graue Verfärbung des zuvor (abgesehen von den Querbinden) gelblichen Abdomen. Damit war die als „ebony" bezeichnete extremste Stufe dieser Allelenserie erreicht. Diese zuletzt erzielten Mutanten waren von einem typischen „ebony"-Stamm und ebenso von Nachkommen aus Kreuzungen mit diesem Stamme in der Ausprägung der genannten Charaktere nicht zu unterscheiden. Und ebenso wie s 1 und s 2 haben sich auch „ebony" und s 3 als erblich konstant erwiesen.

Tabelle 3. *Gerichtetes Mutieren des „ebony"-Genes.*

Ausgang: Florida-Wildstamm (homozygot).

Behandlungszeit und -art: 14 St. 35°
eosin (M) sooty 1 → unbeh. weitergeführt, bleibt sooty 1 („black"-frei)
12 St. 37°
unbeh. weitergeführt, bleibt s 1 („black"-frei) ← sooty 1
14 St. 35°
sooty 2 → unbeh. weitergeführt, bleibt s 2 („black"-frei)
15 St. 35°
unbeh. weitergeführt, bleibt s 2 („black"-frei) ← sooty 2
18 St. 36°
unbeh. weitergeführt, bleibt s 2 („black"-frei) ← sooty 2
22 St. 36°
sooty 3 ⇢ unbeh. weitergeführt, bleibt s 3 („black"-frei)
20 St. 36°
unbeh. weitergeführt, bleibt s 3 („black-"frei) ← sooty 3
24 St. 36°
unbeh. weitergeführt, bleibt s 3 („black"-frei) ← sooty 3
22 St. 35°
unbeh. weitergeführt, bleibt s 3 („black"-frei) ← sooty 3
22 St. 36°
ebony („black"-frei)

In vier verschiedenen Versuchsserien (die zum Teil von zu verschiedenen Zeiten und aus verschiedenem Ausgangsmaterial erhaltenen s 1-Individuen ausgingen) ist diese gerichtete Folge von Mutationsschritten bisher erzielt worden. Eine dieser Serien ist in Tabelle 3 wiedergegeben. Diese Tabelle zeigt zugleich, welche Komplikationen auch in diesem Falle auftreten können und bei der Ana-

lyse berücksichtigt und ausgeschaltet werden müssen: War es bei der „white"-Serie das mutative Auftreten von Modifikationsfaktoren, das ein Weitermutieren von „eosin" vortäuschen konnte, so ist es bei der sooty-ebony-Serie die verhältnismäßig häufig nach Wärmebehandlung gleichfalls festzustellende Mutation eines ganz anderen Genes, „black", die den Nachweis einer Steigerung von sooty-Mutationen erschwert. Sind doch die Gene „sooty" bzw. „ebony" und „black" in ihrer Auswirkung so ähnlich, daß in der Regel nur entsprechende Kreuzungsversuche eine sichere Differenzierung erlauben. Bei jeder als „Steigerung" eines sooty-Allels angesprochenen erblichen Veränderung muß also durch Kreuzung das Fehlen von „black" nachgewiesen werden! Weiterhin ist aber bei den „schwächeren" sooty-Stufen auch noch durch Weiterzucht ohne Weiterbehandlung zu prüfen, ob nicht von vornherein s 3 oder ebony im heterozygoten Zustand vorliegt. Können doch heterozygote ebony oder s 3-Individuen gelegentlich homozygoten s 1 oder selbst s 2-Fliegen sehr ähneln!

Bei meinen recht ausgedehnten Untersuchungen sind nun aber nach Einwirkung von Temperaturen von 35—36° unmittelbar aus sootyfreien Wildstämmen neben „schwächst-sooty"-gelegentlich auch „schwach-sooty" (s 2)-Formen hervorgegangen; niemals dagegen sooty 3 oder gar „ebony". (Nach Einwirkung einer Temperatur von 37° kam es in wenigen Fällen auch zur unmittelbaren Entstehung von s 3 neben s 1 und s 2, auch hier aber niemals zum Auftreten von „ebony" direkt aus dem Ausgangsstamm.) Und niemals ist auch bei all diesen Versuchen mit sooty-ebony-Zuchten unter dem Einfluß der Weiterbehandlung ein Rückschlag von einer „stärkeren" zu einer „schwächeren" Stufe dieser Allelenserie beobachtet worden, während schon über 50 Fälle von Steigerungen nachgewiesen werden konnten!

In ähnlicher Weise wie in der „white"- und „ebony" Serie konnten schließlich auch Steigerungen der bei den Versuchen erhaltenen Mutationen „black" und „abnormal Abdomen" durch entsprechende Weiterbehandlung erzielt werden. Im Falle von „black" gingen aus nur schwach pigmentierten Fliegen schließlich dunkelst schwarze Zuchten hervor, während bei „abnormal Abdomen" sowohl eine Steigerung der Abnormität bis zu monströser (gelegentlich von Einflügeligkeit begleiteter) Verkrüppelung, wie auch eine Steigerung der (unvollkommenen) Dominanz erreicht wurde. Auf eine eingehendere Schilderung dieser noch nicht abgeschlossenen Versuche sei hier verzichtet, da sie für unser Problem nur weitere Bestätigungen der prinzipiellen Ergebnisse mit der white- und ebony-Serie darstellen.

Sämtliche unter den gewählten experimentellen Bedingungen häufiger auftretenden und daher prüfbaren erblichen Veränderungen haben sich somit bei Weitereinwirkung dieser Bedingungen auf eine Reihe von Nachkommengenerationen primär schwach mutierter Formen bis zum Extrem steigern lassen[1].

Damit erscheint aber auch unsere eingangs formulierte Hauptfrage eindeutig geklärt: *Es ist jetzt experimentell dargetan, daß bei gleichmäßiger, sich auf zahlreiche Generationen erstreckender Einwirkung einer Mutation bedingenden Veränderung von Umweltsfaktoren an Stelle des sonst beobachteten regellosen Auftretens von Mutationen ein „gerichtetes Mutieren" tritt — „gerichtet", nicht als Anpassung in bezug auf die auslösenden Außenbedingungen, sondern in der Aufeinanderfolge sich in ihrer Auswirkung gleichsinnig verstärkender Mutationsschritte.*

Für unsere allgemeinen Vorstellungen vom Evolutionsgeschehen ist dieser Nachweis „gerichteten" Mutierens sicherlich von nicht zu unterschätzender Bedeutung: so manche „orthogenetische" Entwicklungsreihe in der Stammesgeschichte der Organismen dürfte sich schon jetzt durch derartige gerichtete Mutationen eines einzigen Genes befriedigend erklären lassen. Dies gilt besonders für regressive Entwicklungsreihen (wie etwa das klassische Beispiel der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Equidenextremitäten), vor allem dann, wenn die Rückbildung bei den entwicklungsgeschichtlich zuletzt angelegten Ausbildungen eines Organes beginnt und dann allmählich immer ältere mit erfaßt[2]. Aber auch viele progressive Entwicklungsreihen, wie z. B. die bei den Equiden der Extremitätenentwicklung parallel verlaufende fortschreitende Größenzunahme, bieten einer solchen Erklärungsweise keine prinzipiellen Schwierigkeiten.

Daß natürlich nicht alle Rätsel der Orthogenesis oder gar der Evolution mit dieser einen einfachen Formel gelöst sind, braucht wohl kaum erst besonders betont zu werden. So bedarf, um nur einen Punkt herauszuheben, das Problem der in so manchen Fällen zu vermutenden gleichzeitigen „abgestimmten" Veränderung mehrerer Gene oder ganzer Gengruppen noch der Klärung — einer Klärung, zu der vielleicht gerade die Weiterführung derartiger Mutationsauslösungsexperimente Entscheidendes beitragen kann, wenn erst mehr Erfahrungen über das gehäufte Auftreten ganz bestimmter Kombinationen von Mutationen (wie z. B. sooty und black oder eosin und „Modifikationsfaktoren") unter der Einwirkung bestimmter Umweltseinflüsse vorliegen.

[1] Andererseits dürfte sich auch die Tatsache, daß schon die „schwachen" Mutationen nach wiederholter Behandlung mehrerer Generationen viel häufiger auftreten als nach nur einmaliger Beeinflussung (JOLLOS, Biol. Zbl. 1930), zwanglos in gleicher Weise durch Verstärkung phänotypisch noch nicht vom Wildstamm unterscheidbarer schwächster Ausgangsmutationen erklären lassen.

[2] Die Analogie mit den von GOLDSCHMIDT bei seinen intersexen Schmetterlingen analysierten Verhältnissen drängt sich dann wohl ohne weiteres auf, und damit auch seine bekannten Vorstellungen von der Rolle des Zeitfaktors bei der Auswirkung der Gene.

Wichtiger aber als die schon jetzt durch den Nachweis gerichteten Mutierens unmittelbar gebotene Deutungsmöglichkeit verschiedener „orthogenetischer" Entwicklungsreihen — mag es sich nur um einzelne von ihnen oder sogar um ihre überwiegende Mehrzahl handeln — erscheint der gewonnene grundsätzliche Fortschritt: In den Rahmen der allgemeinen Anschauungen der Genetik ist ein bisher vermißtes, nunmehr durch experimentelle Ergebnisse gesichertes „richtendes Prinzip" eingefügt und dabei gezeigt, daß dieses richtende, das Auftreten gerichteter Mutationen ermöglichende Prinzip nicht durch geheimnisvolle innere Bedingungen und Wandlungen des Keimplasmas, sondern durch langdauernde Einwirkung von Veränderungen allgemeiner Faktoren der Außenwelt gegeben wird; Veränderungen, wie sie im Laufe der Erdgeschichte zweifellos immer wieder vorgekommen sind und weiter vorkommen.

Über die durchdringendste Komponente der Ultrastrahlung (Hesssschen Strahlung).

Von E. REGENER, Stuttgart.

In den Naturwiss. **1929**, H. 11 habe ich über Absorptionsmessungen der HESSschen Strahlung im Bodensee berichtet, bei denen sich die Existenz eines sehr durchdringenden Anteils mit dem Absorptionskoeffizienten $\mu = 1{,}8 \cdot 10^{-4}/\text{cm}\ H_2O$ (für senkrechte Inzidenz und ohne Berücksichtigung der Streustrahlung) ergeben hatte. Bereits damals hatte ich darauf hingewiesen, daß dieses Resultat noch gegen den Einwand sichergestellt werden müsse, daß möglicherweise die Radioaktivität des Bodenseewassers mit der Tiefe abnimmt und daß diese von dem benutzten Meßapparat vielleicht angezeigte Abnahme die Existenz der ganz harten Komponente vorgetäuscht hätte. Sehr wahrscheinlich war dies nicht, denn trotz der Empfindlichkeit des Apparates war es fraglich, ob die sehr schwache Aktivität des Bodenseewassers einen merklichen Beitrag zu den gemessenen Intensitätswerten der Ionisation gab; außerdem ist eine Abnahme der Radioaktivität mit der Wassertiefe, wenigstens in den in Betracht kommenden größeren Tiefen ziemlich unwahrscheinlich.

Nun liegt aber gerade für einen sicheren Nachweis der durchdringendsten Anteile der Ultrastrahlung besonderer Anlaß vor. Denn, wenn man an der wellenmäßigen Auffassung der Ultrastrahlung festhält, so entsprechen den durchdringendsten Anteilen der Strahlung die größten Quanten. Nimmt man (zunächst extrapolatorisch) die Gültigkeit der KLEIN-NISHINAschen Formel für die Berechnung der Wellenlänge aus dem Absorptionskoeffizienten auch für dieses Gebiet an, so kommt man sogar mit dem eingangs erwähnten Absorptionskoeffizienten zu einem Strahlungsquant, dessen äquivalente Masse von der Größenordnung des Protons ist, ein Resultat, das eine experimentelle Stütze für die zunächst spekulative Verbindung zwischen Strahlung und Materie bedeuten würde. Wird andererseits die Hesssche Strahlung primär als eine Korpuskularstrahlung gedeutet, so vergrößern sich die Schwierigkeiten für diese Annahme, je durchdringendere Anteile der Strahlung gefunden werden. Denn Korpuskularstrahlen, die Wasserschichten von mehreren hundert Metern zu durchdringen vermögen, erfordern beschleunigende Spannungen von schwer verständlicher Höhe. Eine genaue Bestimmung der durchdringendsten Komponenten der Ultrastrahlung ist schließlich noch für die Zerlegung der Strahlung in ihre verschieden harten Anteile von besonderem Interesse. Denn eine solche Zerlegung kann erst dann mit einiger Sicherheit vorgenommen werden, wenn es gelingt, nach Absorption der weicheren Anteile die härteste Komponente zu isolieren und das Gesetz ihrer Absorption festzustellen. Dann kann man die härteste Komponente von der Gesamtintensität abziehen, die zweithärteste bestimmen usw. Ich habe deshalb die 1928 gefundene extrem harte Komponente der Ultrastrahlung gegen Einwände nach Möglichkeit sicherzustellen gesucht.

Im Winter 1929/30 habe ich zunächst die früher benutzte Ionisationskammer (33,5 l CO_2 von 30 Atm., stündliche photographische Registrierung des Elektrometerfadens) mitten in einen Kessel von 2,5 m Durchmesser eingebaut, der mit Wasser von der Oberfläche des Sees gefüllt wurde. Das Ganze wurde dann in verschiedene Wassertiefen, bis zu 236,5 m, versenkt. Die Ionisationskammer ist also dauernd von der gleichen, 1 m dicken Wasserschicht umgeben, die die Wirkung einer außerhalb des Kessels vorhandenen radioaktiven Strahlung bis auf wenige Prozent von der Ionisationskammer abschirmt. Eine evtl. vorhandene Aktivität des Schutzwassers im Kessel selbst geht höchstens in die Restionisation des Apparates ein. Die auf diese Weise unterhalb 75 m Wasser erhaltenen, für die durchdringendste Komponente maßgebenden Werte in Volt/Stunde sind als schwarze Punkte in Fig. 1 dargestellt, während die früheren Werte von 1928 als Kreise eingezeichnet sind. Beide Meßreihen sind auf gleiche Kapazität reduziert. Auch sind bei den Werten mit Schutzkessel 0,05 V/st überall abgezogen worden, die auf Rechnung der durch einen Umbau des Instrumentes größer gewordenen Restionisation zu setzen sind. Die mit Schutzkessel erhaltenen Werte fügen sich, wie man sieht, mit den früheren so gut zu einer Kurve zusammen, daß eine evtl. Beeinflussung der ohne Schutzkessel gefundenen früheren Werte durch die Radioaktivität des Bodenseewassers nicht in Betracht kommt. Direkte Bestimmungen der Radioaktivität des Bodenseewassers, die inzwischen durch L. ZOLOTNITZKY ausgeführt sind, haben dieselbe zu $2-4 \cdot 10^{-13}$ Curie/Liter ergeben. Die früheren Angaben über den Intensitätsverlauf der durchdringendsten Kom-

ponenten der HESSschen Strahlung sind jedenfalls auch durch diese neuen Messungen nach der Ionisationsmethode voll bestätigt.

Außer durch die Ionisation kann die HESSsche

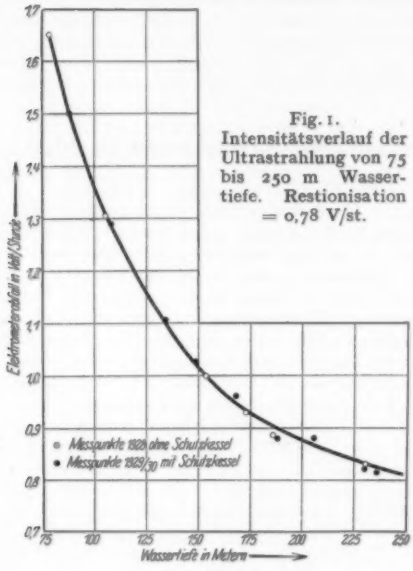


Fig. 1. Intensitätsverlauf der Ultrastrahlung von 75 bis 250 m Wassertiefe. Restionisation = 0,78 V/st.

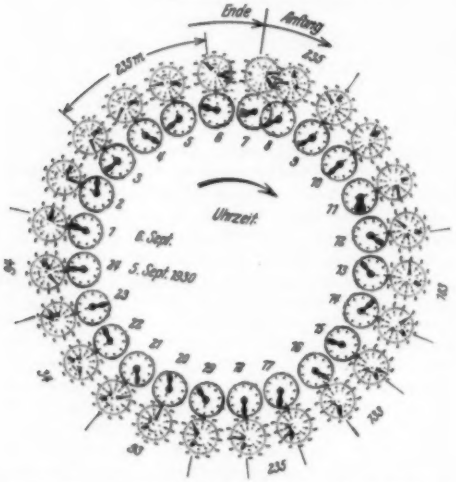


Fig. 2. Etwas vergrößerte Wiedergabe einer Elektronen-Registrier-Platte aus dem Bodensee.

Strahlung zur Zeit nur noch durch die von ihr ausgelösten Elektronen gemessen werden, die z. B. mit einem Zählrohr nach GEIGER-MÜLLER gezählt oder in einer WILSON-Apparatur sichtbar gemacht werden. Es erschien mir wünschenswert, die Absorption der ganz durchdringenden Komponente im Wasser auch durch Elektronenzählung zu verfolgen. Die dazu benutzten Zählrohre nach GEIGER-MÜLLER waren ziemlich groß, 48 bzw. 57 mm im Durchmesser und 247 mm lang, Druck unter 4 cm Hg, Spannung 1400 V. Die Impulse wurden in üblicher Weise auf einen Verstärker geleitet, der (ohne Relais) eine Zähluhr (aufgezogene Weckeruhr mit Eingriff des Elektromagneten in das Gangrad) trieb. Die beiden Zeiger der Zähluhr wurden mittels einer Kontaktuhr jede Stunde, später jede halbe Stunde für etwa 5 Sekunden intensiv beleuchtet, und kamen dadurch auf einer photographischen Platte zur Abbildung, die sich in 24 Stunden einmal umdrehte. Die ganze Apparatur wurde in den bereits oben erwähnten Schutzkessel eingebaut und eine oder mehrere Stunden in einer bestimmten Wassertiefe gehalten, dann in andere Tiefen verlegt, so daß innerhalb 24 Stunden auf ein und derselben Platte die in verschiedenen Tiefen pro Stunde bzw. Halbstunde mit dem Zählrohr registrierten Elektronenzahlen abgelesen werden konnten. Fig. 2 zeigt eine solche am 5. bis 6. September erhaltene Registrierung. Der innere Zeiger gibt für eine Umdrehung 100 Impulse an, die beiden Zeiger des außen befindlichen Zifferblattes 6000 bzw. 72000 Impulse pro Umdrehung. Am Rande sind die zu den verschiedenen Stunden gehörenden Wassertiefen beigeschrieben. Die für die Verlegung in eine andere Tiefe notwendigen Zeiten fallen natürlich für die Registrierung aus. Fig. 3 gibt eine am 18. bis 19. September in verschiedenen Tiefen mit halbstündigen Intervallen erhaltene Registrierung. Man erkennt die Zunahme der halbstündig registrierten Elektronen beim Aufstieg aus der größten in geringere Wassertiefen. Man sieht auch, daß die am Schlusse in 235 m registrierte Elektronenzahl/Halbstunde (von den statistischen Schwankungen abgesehen) ebenso groß ist wie am Anfang der Registrierung in der gleichen Tiefe, zum Zeichen dafür, daß die Versuchsbedingungen am Zählrohr und in der Verstärkung konstant geblieben sind.

Tabelle 1.

Wassertiefe	Registrierdauer in Stunden	Zählrohrangabe pro Stunde Mittelwerte:	Ionisation
7	$^1/_2$	3610	3785
9	1	3350	3200
18	$^1/_2$	2000	1920
34	3	**867**	**867**
93	$4^1/_2$	172,5	174
133	4	88,5	87
183	$5^1/_2$	52,5	33
235	28	**13**	**13**
∞	—	0	0

In der Tabelle 1 sind die Mittel der mit dem Zählrohr in verschiedenen Tiefen bei 3 Registrierungen erhaltenen Werte mit den Werten nach der Ionisationsmethode zum Vergleich gegenübergestellt. Dabei wurden die Ionisationswerte (in willkürlichem Maße) mit der Zählrohrkurve in

34 m und 235 m Tiefe zur Deckung gebracht und beim Zählrohr der extrapolierte Restwert (der Restionisation entsprechend) abgezogen. Wie man sieht, geben beide Methoden gut übereinstimmende Resultate. Dabei ist zu bedenken, daß bei der Zählrohrkurve wegen der kurzen Meßzeit die statistischen Schwankungen die Genauigkeit herabdrücken (vgl. dazu die in Spalte 2 angegebene Registrierdauer). In geringen Wassertiefen bis 3 m gibt das Zählrohr etwas weniger an. Jedenfalls kann kein Zweifel bestehen, daß sich die früher nach der Ionisationsmethode gefundenen durchdringenden Anteile der Ultrastrahlung auch mit dem Zählrohr ergeben. Die Restzahl, die Zahl von Impulsen, die das Zählrohr nach Abschirmung aller Ultrastrahlung angeben würde, war bei den benutzten Zählrohren prozentisch größer als bei der Ionisationsapparatur. Es konnte gezeigt werden, daß der Restwert, den das Zählrohr anzeigt, zum großen Teil nicht vom Zählrohr selbst, sondern von den zusammen mit dem Zählrohr im Schutzkessel eingebauten Apparaten (Batterien, Verstärker, Uhren) herrührt. Denn als das Zählrohr mit einer etwa 1 cm dicken Schicht von altem Blei umgeben wurde, ging der (extrapolierte) Restwert von 374 auf 247 Impulse/Halbstunde zurück.

Mit der benutzten Ionisationsapparatur hat W. KRAMER im Februar—März 1929 vom Eise des Alpsees im Allgäu aus die ersten 20 m Wassertiefe genau durchgemessen, so daß jetzt die Ionisationswerte der Ultrastrahlung von 0—235 m Wassertiefe vorliegen. KRAMER hat auch die Analyse der Absorptionskurve unter Berücksichtigung der Streustrahlung durchführen können. Dabei haben sich 4, im Durchdringungsvermögen deutlich verschiedene Komponenten ergeben. Darüber wird in Bälde berichtet werden.

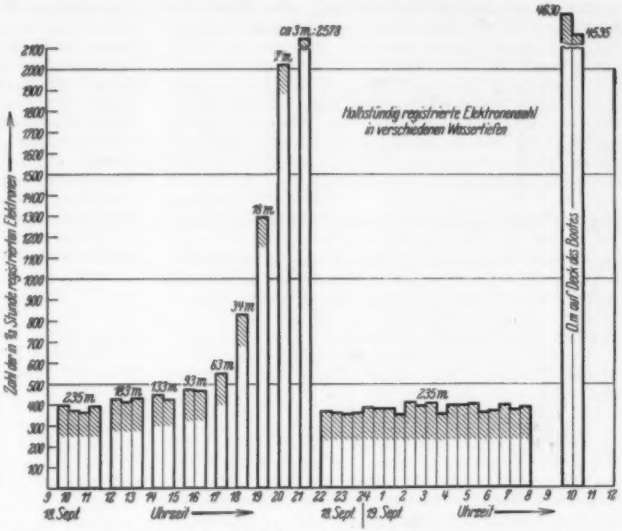


Fig. 3. Elektronen-Registrierung in verschiedenen Wassertiefen.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der Robert Bosch-Stiftung und den Freunden der Technischen Hochschule in Stuttgart danke ich für die Bereitstellung der Mittel für die Untersuchung. Auch danke ich allen Institutsmitgliedern, die mir geholfen haben.

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule in Stuttgart, Januar 1931.

Zuschriften.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Über einen Umladungseffekt beim Durchgang von Protonen durch Helium.

Im Verlauf einer Untersuchung des Durchgangs von H-Kanalstrahlen durch Helium wurde folgender Umladungseffekt gefunden, der hier vorläufig im Rohzustand mitgeteilt werden soll. Die für Lichtanregung durch Protonen bestimmte Anordnung ist aus Fig. 1 ersichtlich. Ein Kanalstrahl passiert den Kondensator k_I; der hier abgelenkte positive Teil geht durch Kondensator k_{II}; seine Energie wird bei *Th* gemessen. Diese Anordnung gestattet nun den Umladungsquerschnitt der Protonen als Funktion der Geschwindigkeit qualitativ zu bestimmen, sofern man den Heliumdruck so niedrig wählt, daß man die Neuumladung der von k_I bis k_{II} gebildeten neutralen Atome vernachlässigen kann. Falls n_I die Zahl der Protonen bei k_I, n_{II} die im abgelenkten Strahl bei k_{II} noch vorhandenen Protonen, dann gilt angenähert $n_{II} = n_I e^{-\alpha a}$, wobei α ein Maß für den Umladungsquerschnitt, a den Kondensatorenabstand bedeuten. Die Bestimmung von n_I und n_{II} gestattet also die relative Berechnung von α. Tabelle 1 und Fig. 2 zeigen das Ergebnis.

Fig. 1. Anordnung der Ablenkungsfelder im Umladungsraum.

v	6	7	8	9	10	11	12	12,6	1,3	1,43	1,6	1,7	1,9
$\frac{n_{II}}{n_I}$	0,769	0,750	0,737	0,715	0,709	0,715	0,720	0,717	0,740	0,750	0,788	0,791	0,821
$k\alpha$	0,261	0,284	0,307	0,336	0,343	0,336	0,328	0,335	0,305	0,295	0,242	0,238	0,20

Der Umladungsquerschnitt nimmt also mit abnehmender Geschwindigkeit zu (wie bereits allgemein bekannt) und fällt nach Erreichung eines Maximums bei etwa $v = 10^8$cm/sec. wieder ab. Diese Erscheinung

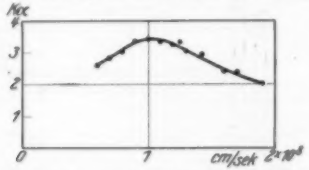


Fig. 2. Umladungsquerschnitt von Protonen im Helium.

ist wohl als Protonenanalogen zum Ramsaueréffekt zu deuten. Dieser Effekt ist demnach bei Korpuskeln verschiedener Maße nicht in dem gleichen Energiebereich wie bei Elektronen zu suchen, sondern im gleichen Geschwindigkeitsbereich.

Der hier mitgeteilte Effekt wird noch durch die nicht genaue Erfüllung der obenerwähnten Voraussetzung und durch die Anwesenheit von H_2-Molekülen getrübt. Seine Reindarstellung wird in Angriff genommen.

Würzburg, Physikalisches Institut der Universität, den 3. Januar 1931. R. Döpel.

Über das Koferment der Milchsäurebildung des Muskels.

An dieser Stelle wurden gemeinsame Versuche mit O. Meyerhof und K. Meyer mitgeteilt, nach denen das Koferment der Milchsäurebildung des Muskels aus einem autolysablen und einem nicht autolysablen Bestandteil besteht, wobei der autolysable Bestandteil die Adenylpyrophosphorsäure (Adeninnucleotidpyrophosphorsäure) ist[1]. Es wurde jetzt gefunden, daß als der nicht autolysable Bestandteil zugesetztes Magnesiumsalz wirkt. *Das System: dialysierter Muskelextrakt + anorganisches Phosphat + Adenylpyrophosphat + Magnesiumsalz ist zur Spaltung des Glykogens in Milchsäure fähig, dagegen nicht beim Fehlen eines dieser Bestandteile.*

Nach früheren Untersuchungen von O. Meyerhof[2] wird der kohlehydratarme Muskelextrakt nach etwa zweistündigem Stehen bei 20°, nach sechs- bis achtstündigem Stehen bei 0° unwirksam. Dies beruht auf dem enzymatischen Abbau der Adenylpyrophosphorsäure zu Inosinsäure unter Abspaltung von NH_3 und 2 Molekülen Phosphorsäure. Durch Zusatz von Adenylpyrophosphat allein kann hier die Milchsäurebildung noch nach 4 Tagen (bei 0°) fast völlig regeneriert werden. Ähnlich, wenn auch schwächer und weniger anhaltend, wirkt die Adenylsäure. Offenbar besteht zwischen ihr und der Adenylpyrophosphorsäure ein genetischer Zusammenhang, da nach einer Beobachtung von E. Lehnartz[3] in Muskelsäften anorganisches Phosphat durch Adenylsäure zu einer leicht in heißer Säure hydrolysierbaren P-Verbindung verestert wird, die jetzt von mir als Adenylpyrophosphorsäure isoliert werden konnte. Auch die aus der Adenylpyrophosphorsäure mit salpetriger Säure hergestellte Inosinpyrophosphorsäure bewirkt in gestandenem Extrakt noch eine geringe Milchsäurebildung. Ganz unwirksam ist immer die Inosinsäure. Wie das aus der Skeletmuskulatur erhaltene Adenylpyrophosphat (mit dem das aus Wirbellosenmuskulatur erhaltene chemisch und biologisch identisch ist) verhält sich auch eine analoge Verbindung aus dem Herzmuskel; in ihr ist aber das Verhältnis von leicht in heißer Säure hydrolysierbarem Phosphat zum schwer hydrolysierbaren 1 gegenüber 2 bei der Adenylpyrophosphorsäure des Skeletmuskels. Die Spaltprodukte bei der neutralen Hydrolyse des Ba-Salzes dieser Verbindung sind ebenfalls Pyrophosphorsäure und Adenylsäure.

Auch die Spaltung der Harden-Youngschen Hexosediphosphorsäure und der Embdenschen Hexosemonophosphorsäure erfolgt mit Adenylpyrophosphat nur in Mg-haltigen Systemen. Eine Phosphorylierung findet in dialysiertem Extrakt (auch in Gegenwart von Fluorid) nur mit Adenylpyrophosphat + Mg statt.

Ähnliche Ergebnisse wie beim Muskel wurden auch bei der alkoholischen Gärung der Hefe erhalten. Dialysierter Hefemazerationssaft und ebenso ausgewaschene Trockenhefe vermögen unter geeigneten Bedingungen Glykose nur nach Zusatz von Adenylpyrophosphat + Mg zu vergären. Zum Auswaschen der Hefe muß eine schwachsaure Lösung (z. B. $^m/_{10}$ KH_2PO_4) verwendet werden, da beim Auswaschen mit destilliertem Wasser nicht genügend Magnesium entfernt wird. In frischem Hefemazerationssaft vermag Adenylpyrophosphat ähnlich wie Hexosediphosphat die Angärungszeit aufzuheben bzw. zu verkürzen.

Das System Mg + Adenylpyrophosphat erfüllt also die Bedingungen, die an das Meyerhofsche Koferment der Milchsäurebildung zu stellen sind. Ob die von v. Euler und Myrbäck[1] aus einer schwedischen Unterhefe hergestellte Kozymase zu einer anderen Körperklasse gehört oder in irgendeinem genetischen Zusammenhang mit den hier beschriebenen Verbindungen steht oder ob hier eine Spezialisierung vorliegt, ist noch nicht sichergestellt. Jedenfalls benötigt auch diese nach v. Euler aus Bäckerhefe isolierte und teilweise gereinigte Fraktion zur Vergärung von Glykose durch ausgewaschene Trockenhefe eines Zusatzes von Mg.

Das System Adenylpyrophosphat + Mg ist nicht das Koferment der Methylglyoxalase[2], die Methylglyoxal in Milchsäure umwandelt. Das Koferment der Methylglyoxalase findet sich nur in geringer Menge in Froschmuskulatur, kommt dagegen reichlich in Hefe vor.

Heidelberg, Kaiser Wilhelm-Institut für Medizinische Forschung, Institut für Physiologie, den 14. Januar 1931. Karl Lohmann.

Zellobiosan und Zellulose.

Bekanntlich kann man aus Zellulosefasern kristallisierbare Präparate[3] gewinnen, die röntgenographisch

[1] K. Lohmann, Naturwiss. **17**, 624 (1929) — K. Meyer, Biochem. Z. **193**, 140 (1928).

[2] O. Meyerhof, Naturwiss. **14**, 197 (1926) — Biochem. Z. **178**, 395 (1926).

[3] E. Lehnartz, Z. physiol. Chem. **184**, 1 (1929).

[1] H. v. Euler u. K. Myrbäck, Cozymase, I. bis XVII. Mitt. Z. physiol. Chem. **1923—1930**.

[2] C. Neuberg, Biochem. Z. **49**, 502 (1913) — H. D. Dakin u. H. W. Dudley, J. of biol. Chem. **14**, 155 (1913).

[3] K. Hess u. H. Friese, Liebigs Ann. **450**, 40 (1926) — K. Hess u. H. Pichlmayr, Liebigs Ann. **450**, 29

mit den Fasern bzw. den faserigen Derivaten identisch[1] sind und die in Lösungen niederen Molekulargewichten entsprechende Gefrierpunktsdepressionen zeigen[2]. Die Deutung dieser Depressionen ist eine für die Chemie der Zellulose grundsätzlich wichtige Frage.

K. FREUDENBERG teilt in dieser Zeitschrift mit[3], daß die Gefrierpunktsdepressionen der Eisessiglösungen des kristallisierten Biosanacetates von HESS und FRIESE, das röntgenographisch mit Acetylzellulose II identisch ist, durch Wärmeverluste infolge Kristallisationsverzögerung der Lösungen verursacht sind, so daß die Depressionen für eine Bestimmung des Molekulargewichtes der Substanz nicht in Betracht kommen.

Aus Versuchen von Herrn Dr. ERICH GARTHE über die Bestimmung der Kristallisationsgeschwindigkeit dieser Lösungen und des Lösungsmittels in Abhängigkeit von Unterkühlung und Badtemperatur geht hervor, daß die von K. FREUDENBERG beobachtete Kristallisationsverzögerung durch die Wahl der Versuchsbedingungen bei der Bestimmung des Gefrierpunktes verursacht ist (niedere Badtemperatur, 11—15°, geringe Unterkühlung, 0,08—0,15°), die Wärmeverluste stark begünstigen. Arbeitet man unter den nach RAOULT, NERNST und ABEGG bei Präzisionsbestimmungen unerläßlichen Bedingungen (genügend große Unterkühlung, Badtemperatur gleich Konvergenztemperatur), so sind anormale Verzögerungen der Kristallisation der Eisessiglösungen, wie sie FREUDENBERG findet, nicht zu beobachten. Die Größe der Gefrierpunktsdepressionen ist mit der früher angegebenen identisch.

Die Einzelheiten der Untersuchung werden in den Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft veröffentlicht.

Berlin-Dahlem, den 19. Januar 1931.

K. HESS und E. GARTHE.

(1926) — K. HESS u. A. MÜLLER, Liebigs Ann. **455**, 205 (1927).

[1] K. HESS u. C. TROGUS, Berl. Ber. **61**, 1982 (1928) — Z. physik. Chem. (B) **7**, 9 (1930) — K. HESS, C. TROGUS u. H. FRIESE, Liebigs Ann. **466**, 80 (1928).

[2] K. HESS, Berl. Ber. **63**, 518 (1930).

[3] Naturwiss. **17**, 959 (1929).

Besprechungen.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeben von W. WIEN † und F. HARMS. 4. Bd. **Hydro- und Aerodynamik.** 3. Teil. Technische Anwendungen. Herausgegeben von L. SCHILLER, bearbeitet von O. v. EBERHARD, R. EMDEN, O. FLACHSBART, W. GAEDE, L. HOPF, F. HORN, W. KLEMPERER, W. SPANNHAKE. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1930. X, 557 S. und 269 Abb. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 53.—, geb. RM 55.—.

Die Hydro- und Aerodynamik hat in den letzten beiden Jahrzehnten einen erheblichen Aufschwung genommen. In erster Linie denkt man dabei natürlich an die Luftfahrt und die mit ihrer Entwicklung zusammenhängenden wissenschaftlichen Forschungen. Aber die durch die Luftfahrtinteressen veranlaßte eingehendere Beschäftigung mit der lange Zeit etwas vernachlässigten Strömungslehre wirkte sich auch auf anderen technischen Gebieten recht fruchtbar aus. So entstanden eine Reihe von Forschungsstätten, die teils in Fühlungnahme miteinander, teils aber auch ziemlich unabhängig voneinander in der verschiedensten Richtung hydro- und aerodynamische Forschungsarbeit leisteten. Es war längst nicht mehr möglich, sich einen Überblick über all diese Forschungen, ihre Ergebnisse und Verfahren zu verschaffen, und es ist ein großes Verdienst des Herausgebers, durch Heranziehung von Vertretern der verschiedensten Richtung zur Mitarbeit an diesem Sammelwerk einen solchen Überblick geschaffen zu haben. Das fertige Werk bringt einem den Umfang und die weite Verzweigung der hydrodynamischen Forschung erst recht zum Bewußtsein. Das Material wuchs im Laufe der Bearbeitung so stark an, daß es längst nicht mehr, wie ursprünglich vorgesehen, in einem Bande untergebracht werden konnte, sondern auf 3 Teilbände verteilt werden mußte. Von diesen ist nunmehr zunächst der 3. Teil erschienen, welcher die technischen Anwendungen behandelt. Er enthält folgende 8 Beiträge: F. HORN, Schiffsschleppversuche; R. EMDEN, Der Freiballon; W. KLEMPERER, Luftschiffmeßtechnik; L. HOPF, Flugtechnik und Versuche im Fluge; W. SPANNHAKE, Kreiselpumpen und Turbinen; O. FLACHSBART, Luftschrauben; W. GAEDE, Luftpumpen; O. v. EBERHARD, Ballistik. Die Namen der einzelnen Verfasser sind so bekannt, daß sich ein besonderer Hinweis auf ihre Sachkenntnis und die dadurch gegebene Qualität der Ausführung erübrigt.

Die verhältnismäßig große Zahl der Mitarbeiter hat natürlich den Nachteil, daß die Darstellung ziemlich uneinheitlich wird. Insbesondere wird die Aufgabe, „Experimentalphysik" darzustellen, sehr verschieden aufgefaßt. An sich sollte man ja erwarten, daß in einem Handbuch der Experimentalphysik die experimentellen Verfahren und die experimentellen Ergebnisse zur Darstellung gelangen. Nun sind aber viele Verfahren und Ergebnisse nur verständlich, wenn man mit gewissen theoretischen Grundlagen vertraut ist. Es ist daher nötig, teilweise auch auf theoretische Dinge einzugehen. Teils durch den Stoff bedingt, teils aber auch durch die persönliche Einstellung des Verfassers ist manchmal das Experiment und manchmal die Theorie stärker in den Vordergrund getreten.

Aus dem Artikel von HORN über Schiffsschleppversuche gewinnt man einen starken Eindruck von den fortschrittlichen Kräften, welche zur Zeit die Forschung auf schiffbaulichem Gebiete beeinflussen. Nach einer langen Periode starker Resignation und Zurückziehung auf die „praktische Erfahrung" wird jetzt wieder energisch daran gearbeitet, moderne hydrodynamische Erkenntnisse auf diesem besonders schwierigen Gebiet zu verwerten. Neben einem Ausbau der Schiffswiderstandsbestimmung auf Grund des alten FROUDEschen Schleppverfahrens sind auch neue Fragen in den Aufgabenkreis der Schleppanstalten getreten: Propeller, Zusammenarbeit von Schiff und Propeller und Ruderwirkungen. Der Artikel von EMDEN gibt im wesentlichen die Gesetze des Freiballons wieder. Da der Freiballon in den letzten Jahrzehnten sehr an Bedeutung verloren hat, so ist natürlich auch nicht viel Neues über ihn zu sagen. Der Artikel bildet aber eine gewisse Grundlage für den folgenden von KLEMPERER über Luftschiffmeßtechnik. Diese Arbeit ist ganz besonders zu begrüßen; werden darin doch eine ganze Reihe von Erfahrungen und Untersuchungen des Verfassers aus seiner Tätigkeit beim Luftschiffbau Zeppelin und bei der Goodyear-Zeppelin-Korporation zum ersten Male einem weiteren Kreise bekanntgegeben. Der folgende Artikel: Flugtechnik und Versuche im Fluge von HOPF bringt, wie schon der Titel ausdrückt, zweierlei: die

theoretischen Grundlagen des Fluges und Messung am fliegenden Flugzeug. Es ist sehr zu begrüßen, daß hier die Theorie der verschiedenen Flugzustände, insbesondere des Kurvenfluges, des Trudelns und ähnlicher Bewegungen von einem unserer besten Kenner dieses recht schwierigen Gebietes dargestellt wurde. SPANNHAKE berichtet in seinem Artikel über Kreiselpumpen und Turbinen hauptsächlich über theoretische Dinge. Der experimentellen Untersuchung sind nur 6 von 52 Seiten gewidmet. Dies dürfte darin innerlich begründet sein, daß die Versuchstechnik auf diesem Gebiete sich bereits verhältnismäßig früh entwickelt hat und daher in letzter Zeit wenig Neuerungen aufweist, während in der Berechnung zum Teil unter dem Zwange der Anforderungen der fortschreitenden Technik neue Methoden Eingang finden. Die Luftschrauben unterteilt FLACHSBART in Propeller und Windmühlen. Die Einbeziehung der letzteren in den Begriff Luftschrauben ist vielleicht etwas ungewöhnlich, aber sowohl sprachlich wie sachlich durchaus berechtigt. Nach einer kurzen theoretischen Einleitung werden vor allem die Methoden und Einrichtungen beschrieben, welche zur Messung der interessierenden Größen und zur Beobachtung der Vorgänge an großen Ausführungen und an Modellen dienen, sowie typische Ergebnisse dargestellt. Der Artikel von GAEDE über Luftpumpen nimmt eine gewisse Sonderstellung ein: Während die übrigen Mitarbeiter dieses Teilbandes fast durchwegs die experimentelle Bearbeitung einer Sonderaufgabe im Auge haben, werden hier die Luftpumpen nicht so sehr als Objekt, sondern mehr als Hilfsmittel experimenteller physikalischer Forschung behandelt. Aber das ist eine unwesentliche Nebensache. GAEDE schildert Luftpumpen für verschiedene Zwecke. Besonders eingehend behandelt er natürlich sein eigenes Spezialgebiet, die Hochvakuumpumpen. O. v. EBERHARD betont in seiner Ballistik hauptsächlich jene Gebiete, welche der Theorie verhältnismäßig wenig oder nicht genügend genau zugänglich sind und daher in starkem Maße experimentell geklärt werden müssen. Er schildert die Ermittlung der für den Schuß wichtigen Eigenschaften der Pulver, die Verfolgung der Vorgänge im Rohr und die Messungen, welche zur Vorausberechnung der Geschoßbewegung außerhalb des Rohres dienen.

Das Buch wird für die Fachleute ein unumgängliches Rüstzeug und für weitere Kreise ein wichtiges und lang ersehntes Nachschlagewerk zur Einführung in ein interessantes Wissensgebiet bilden. Leider wird der Preis, obwohl er dem von Büchern ähnlichen Umfanges und ähnlich guter Ausstattung entspricht, viele von der Anschaffung des Buches abschrecken, so daß es vielleicht nicht die Verbreitung findet, die man ihm bei der Qualität und Reichhaltigkeit seines Inhaltes wünschen möchte.

A. BETZ, Göttingen.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeben von W. WIEN † und F. HARMS. Bd. 10. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1930. X, 576 S. und 252 Abb. 17×25 cm. Preis geh. RM 53.—, geb. RM 55.—.

I. Teil: Elektrostatik von Prof. G. HOFFMANN, Halle. 338 S.

Inhalt: Historische Übersicht. Elektrostatisches Gleichungssystem. Experimentelle Untersuchung elektrostatischer Felder. Apparate und Meßmethoden. Das Verhalten der Stoffe im elektrostatischen Feld. Theorien der Dielektrika. Messung der dielektrischen Anomalien und Festigkeit. Elektrostriktion und Doppelbrechung. Reibungs-, Pyro- und Piezoelektrizität.

II. Teil: Hochspannungstechnik von Prof. W. O. SCHUMANN, München. 234 S.

Inhalt: Erzeugung hoher Spannungen. Transformator. Gleichrichtung. Spannungsstöße. Hochspannnungsmessungen. Messung dielektrischer Verluste. Oberflächenentladungen. Schalter. Glimmerscheinungen. Durchschlag fester und flüssiger Körper.

Den vorliegenden Band zeichnen die bekannten Vorzüge des Handbuches der Experimentalphysik aus: Klare, übersichtliche Darstellung, Betonung des Wesentlichen, Berücksichtigung der neusten Forschung. Das Schwergewicht liegt natürlich im Experimentellen. Die Theorie kommt so weit zu Wort, daß die große Linie, in der sich die physikalischen Vorstellungen des behandelten Gebietes entwickelt haben, bloßgelegt wird. Hier knapp und verständlich zu bleiben ist nicht leicht, den Verfassern aber vorzüglich geglückt. Namentlich verdient die Theorie der Dielektrika hervorgehoben zu werden, in der, was anerkannt werden muß, physikalische und technische Forschung zu einem einheitlichen Ganzen verarbeitet sind. Bei der heutigen rapiden Entwicklung der technischen Physik werden die Kapitel (Teil I) über Elektrometer, elektrische Doppelbrechung (Kerrzelle), Elektronenaustritt bei hohen Feldstärken über Piezoelektrizität vielen besonders willkommen sein.

Im Teil II finden sich diejenigen Fragen, die für den mit Hochspannung arbeitenden Physiker von Interesse sind. Ihre Behandlung kommt deshalb rechtzeitig, weil die Hochspannung immer mehr als Hilfsmittel in die physikalische Forschung eindringt. Der Verfasser hat Wert darauf gelegt, das Typische der technischen Ausführungsform zu zeigen und die physikalischen Grundlagen der Wirkungsweise darzulegen. Gerade eine solche Darstellung wird dem Physiker erwünscht sein. Aber auch der Elektroingenieur, der an der Entwicklung der Hochspannungstechnik interessiert ist, wird sich mit Vorteil in sie vertiefen, denn noch immer bildet das Verständnis für die physikalischen Vorgänge der technischen Apparatur die Vorbedingung für ihre erfolgreiche Weiterentwicklung. Besonders wertvoll ist auch die Zusammenfassung der Forschung über den Durchschlag fester und flüssiger Stoffe. Zu dieser war gerade der Verfasser berufen, da er selbst an dieser Forschung hervorragenden Anteil hat.

Druck und Ausstattung sind gut.

Der Band gehört zu den erfreulichsten Neuerscheinungen. Er kann Physikern und Ingenieuren warm empfohlen werden.

W. ROGOWSKI, Aachen.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeben von W. WIEN † und F. HARMS. Bd. 24, Tl. 1: **Allgemeine Physik der Röntgenstrahlen** von F. KIRCHNER. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1930. IX, 548 S. und 207 Abb. 17×25 cm. Preis geh. RM 53.—, geb. RM 55.—.

Während auf dem Gebiete der Strukturuntersuchung mit Röntgenstrahlen eine reiche Literatur vorhanden ist, fehlt schon längere Zeit eine zusammenfassende Darstellung der reinen Röntgenphysik. Diese Lücke wird in glücklicher Weise durch das vorliegende Buch von KIRCHNER ausgefüllt, das als einzeln käuflicher Teilband des Handbuches für Experimentalphysik einen selbständigen Charakter als Lehrbuch der Röntgenphysik besitzt. Die Strukturanalyse und die Röntgenspektroskopie sind in der Handbuchreihe an anderer Stelle ausführlich behandelt und daher nur kurz erwähnt. Zu bedauern ist im Hinblick auf die Abrundung der Darstellung der Röntgenphysik, daß der vorgesehene Abschnitt über Beugung und Totalreflexion der Rönt-

genstrahlen wegen einer Koinzidenz mit dem Band „Röntgenspektroskopie" weggeblieben ist.

Das Werk gliedert sich in drei Teile: 1. Erzeugung der Röntgenstrahlen (Röntgenröhren, Hochspannungsapparate, Strahlungsgesetze), 2. Elektronenemission durch Röntgenstrahlen (Photoelektronen und Streuelektronen und deren Wirkungen auf die Ionisationskammer, photographische Platte usw., sowie charakteristische Strahlung), 3. die zerstreute Röntgenstrahlung (Comptoneffekt).

Als Kleinigkeit sei bemerkt, daß auf S. 281 die K-Anregungsenergie von XENON, offenbar auf Grund eines Druckfehlers in der AUGERschen Arbeit, versehentlich mit 24 kV. statt 34 kV angegeben ist; die anschließende kurze Rechnung ist sinngemäß zu berichtigen.

Das Buch von KIRCHNER ist eine vorzügliche, auf Grund einer umfassenden Literaturkenntnis geschriebene Darstellung der modernen experimentellen Röntgenphysik; es kann jedem Physiker oder Chemiker, der sich für Röntgenstrahlen interessiert, warm empfohlen werden. R. GLOCKER, Stuttgart.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgegeben von W. WIEN † und F. HARMS. Bd. 24, Tl. 2: **Röntgenspektroskopie** von A. LINDH. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1930. VII, 436 S. und 197 Abb. 17×25 cm. Preis geh. RM. 40.—, geb. RM. 42.—.

Zweifelsohne ist der vorliegende Band des bekannten Handbuches eine der gründlichsten Darstellungen, welche es überhaupt über das Gebiet der Röntgenspektroskopie gibt. In dem GEIGER- und SCHEELschen Handbuch ist die Röntgenspektroskopie wohl sehr stiefmütterlich behandelt, während in den in letzter Zeit erschienenen weniger umfangreichen Handbüchern (MÜLLER-POUILLET, GEHRCKE) dementsprechend weniger Raum für die Röntgenspektroskopie zur Verfügung gestellt werden konnte.

Besonders fällt zu preisen die ausführliche Behandlung des großen empirischen Zahlenmaterials unter Berücksichtigung der theoretischen Gesichtspunkte, von denen der Verfasser eine in der Regel klare und objektive Auseinandersetzung gibt.

Mit Verwunderung fragt man sich aber, weshalb der Verfasser einige hier gehörige Gegenstände gar nicht aufgenommen hat. So vermißt man mit Bedauern die Behandlung der natürlichen Breite der Röntgenspektrallinien, der Polarisation, der Absorption in ihrer Abhängigkeit der Wellenlänge und der Kernladungszahl, der Auger-Prozesse und der normalen und der Compton-Streuung. Mit Ausnahme dieses ist aber, soweit ich feststellen konnte, die Behandlung sehr gründlich und nahezu erschöpfend.

Für wissenschaftliche Arbeiter auf dem Gebiete der Röntgenspektroskopie ist dieser Teil des Handbuches sehr zu empfehlen. D. COSTER, Groningen.

Optical Rotatory Power. A general Discussion held by The Faraday Society April 1930. (Sonderheft der Trans. Far. Soc.) II, 196 S. 16 × 25 cm. Preis 10/6 sh.

Jahrzehntelang war es die bevorzugte Arbeit des Chemikers, selbst wesentlich genauere Bilder der Moleküle aus seiner chemischen Erfahrung heraus zu entwickeln, als ihm der Physiker zu bestätigen oder zu liefern imstande war. Heute fließen umgekehrt aus physikalischer Erforschung des Molekülbaues dem Chemiker zahlreiche neue Kenntnisse zu. Dabei war es lange Zeit auffallend — aber in der außerordentlich struktur- und störungsempfindlichen Natur der optischen Drehung begründet —, daß diese älteste Methode, aus rein physikalischer Messung eine streng begründete Aussage über eine bestimmte Symmetrieeigenschaft der Moleküle zu gewinnen, lange Zeit nur zu so allgemeinen Schlüssen zu brauchen war, wie sie im wesentlichen schon PASTEUR, später in spezialisierter Form VAN 'THOFF und LE BEL gezogen hatten. Allein die Tatsache der optischen Aktivität war Beweis der Molekülasymmetrie. In neuerer Zeit konzentrieren sich jedoch mit besonderer Kraft die Anstrengungen darauf, eine vollständigere Tatsachenkenntnis zu viel weitergehenden Schlüssen auf die Einzelheiten des Molekülbaues auszunützen und diese, im Stadium lebhaftester Entwicklung begriffene Lage spiegelt sich eindrucksvoll in dem vorliegenden Bericht über die im April 1930 von der Faraday Society veranstalteten Diskussion. Diese Tagungen, angeregt zuerst 1907 durch T. M. LOWRY, den Präsidenten auch der diesjährigen Zusammenkunft, bilden einen eigenartigen und wertvollen Bestandteil der internationalen Kongreßorganisation auf dem physikalisch-chemischen Gebiet. Eine begrenzte Anzahl von Spezialisten aller Länder gibt Berichte über die eigenen Arbeiten, die, zusammengefaßt in Gruppen, zu einem Sonderheft der Transaction of The Faraday Society vereinigt werden. Kann ein solches Buch auch niemals ein geschlossenes Ganzes sein, so kann es jedoch einen desto persönlicheren Eindruck aller Mitarbeitenden und ihrer Ansichten vermitteln, zumal auch die Diskussionen wiedergegeben werden. Der Inhalt ist in 4 Teilen angeordnet. Teil I umfaßt 8 Berichte, welche die physikalische Grundlage der optischen Aktivität betreffen; darunter zwei sehr allgemeine Betrachtungen (G. TEMPLE und P. P. EWALD) über die Einordnung der Erscheinung in den Rahmen der modernen theoretischen Physik, zwei speziellere Beiträge (R. DE MALLEMANN und W. KUHN) über die molekulare Theorie, von denen KUHNS Beitrag den glücklichen Gedanken des Autors, die physikalischen Grundlagen an dem denkbar einfachsten Modell zu studieren und anzuwenden, besonders schön erläutert. K. L. WOLF verbreitet sich über die Beschränkung der freien Drehbarkeit in aliphatischen Verbindungen, für welche er Dipolmessungen heranzieht. G. RULE, M. BETTY, G. K. SINGH und BH. BHADURI behandeln Erfahrungstatsachen über den Einfluß des chemischen Baues auf die Drehung und über die Zusammenhänge mit anderen physikalischen Eigenschaften. Die 3 Vorträge eröffnen eine vorzügliche Übersicht über Arbeiten der verschiedensten Herkunft. — Teil II enthält einen lehrreichen, knapp gefaßten Bericht von R. DESCAMPS über die photographischen Methoden der Drehungsmessung im Ultravioletten, von T. M. LOWRY und GLYN OWEN eine Notiz über die Berechnung von Dispersionsgleichungen. — Teil III behandelt das Drehungsvermögen von Lösungen. Hierin bespricht zuerst A. COTTON die Existenz von Razematen in Lösungen (dieses früher soviel umkämpfte Problem tritt sonst auf dieser Zusammenkunft wenig hervor) und über optische Synthese, worin allerdings die letzten Erfolge W. KUHNS noch nicht berücksichtigt werden konnten. Salzeffekte (E. DARMOIS, J. LIQUIER-MILWARD) und das seit BIOT und ARNDTSEN immer wieder anziehende Problem der Weinsäure in Lösungen (G. BRUHAT, C. AUSTIN) sowie die Einflüsse von Lösungsmittel, Konzentration, Temperatur (R. LUCAS, GLYN OWEN) bilden den weiteren Inhalt dieses Teiles, in dem viele reizvolle Einzelfragen zutage treten. — In Teil IV: „Optische Drehung vom chemischen Standpunkt aus", gibt W. H. MILLS eine sehr verdienstliche Übersicht über die verschiedenen Formen

von Molekularasymmetrie, J. KENYON berichtet über die merkwürdigen Befunde an homologen Reihen, J. READLE über den Grundsatz der optischen Superposition in Molekülen mit mehreren Asymmetriezentren, J. KENYON und H. PHILLIPS über WALDENsche Umkehrung. — Einleitung und Schlußworte hat T. M. LOWRY beigesteuert, der durch diese Tagung zweifellos die persönliche Fühlung zwischen Fachgenossen der verschiedensten Völker und Schulen außerordentlich gefördert hat. Das Gebiet ist voller Entwicklungsmöglichkeiten, anschauliche Modelle sind im Begriffe, das zusammenfassende Verständnis von Tatsachen zu eröffnen, die früher nur empirisch geordnet werden konnten, und nicht nur jeder an dem Gebiet Mitarbeitende, sondern darüber hinaus jeder an den Grundlagen der Stereochemie und ihrer neueren Entwicklung anteilnehmende Chemiker wird den Band mit größtem Nutzen lesen und gebrauchen.

L. EBERT, Würzburg.

Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen aus dem Osram-Konzern. I. Band. Herausgegeben von der Hauptstelle für wissenschaftliche Berichterstattung des Osram Konzerns. Berlin: Julius Springer 1930. VIII, 371 S. und 402 Abbildungen. 16×24 cm. Preis geb. RM 25.—.

Der erste Band dieser Veröffentlichung ist dem Andenken des kürzlich verstorbenen Dr. F. BLAU gewidmet, der lange die wissenschaftliche Leitung im Osram-Konzern innegehabt hat, und von dessen Wirken in dieser Zeitschrift [18, 97 (1930)] M. PIRANI berichtet. Von 35 Autoren, die zum größten Teil dem Osram-Konzern angehören, sind hier 42 Abhandlungen zusammengestellt. Sie beziehen sich alle auf Glühlampen, die damit zusammenhängenden Fabrikationszweige und auf die Beleuchtungstechnik. Einige Stichworte mögen den Inhalt kennzeichnen: Herstellung, Verhalten und Prüfung von Wolframdraht; physikalische und chemische Eigenschaften (Leitvermögen, Lichtabsorption, Angreifbarkeit) sowie Lagerung und Verpackung von Gläsern; Strahlungseigenschaften, Verwendung, Kontrolle, Schaltvorgänge von Glühlampen; Wolframbogenlampen; Strahlung von Oxyden; Diffuse Beleuchtung und ihre Schattigkeit; Bau von Elektronenröhren usw. Die Aufsätze, die fast durchweg bereits früher in Fachzeitschriften erschienen, zum Teil aber gekürzt sind, wenden sich in ihrer Gesamtheit an den Hersteller von Glühlampen; einzelne von ihnen werden aber auch den Mathematiker, Physiker, Chemiker, Physiologen und Psychologen interessieren, da sie sich mit rein wissenschaftlichen Forschungen beschäftigen. Diese Sammlung zeigt recht lebendig, wie ungemein viele verschiedene Wissensgebiete am Aufbau *einer* Fabrikation teilhaben, und wie die Industrie wissenschaftliche Forschung auszunutzen versteht. Daß hierbei nicht nur die technischen Ziele erreicht und wirtschaftliche Werte geschaffen werden, sondern auch die *reine* Wissenscha t ungemein stark gefördert wird, kann jeder bestätigen, der die Geschichte der Glühlampenindustrie kennt. Die Schaffung und Unterhaltung von Laboratorien, in denen ohne kleinliche Rücksicht auf die Kosten umfangreiche Forschungen durchgeführt werden können, gehört zu den erfreulichsten Begleiterscheinungen bei der Konzentration industrieller Unternehmungen.

I. KOPPEL, Berlin.

GUTENBERG, B., **Lehrbuch der Geophysik** unter Mitwirkung von E. A. ANSEL, Freiburg i. Br., I. BARTELS, Potsdam, H. BENNDORF, Graz, A. BORN, Berlin, F. LINKE, Frankfurt a. M., A. SIEBERG, Jena, L. WEIKMANN, Leipzig. Berlin: Gebrüder Borntraeger 1926—1930. XX, 1017 S., 412 Abbildungen und 2 Taf. 17×26 cm. Preis geh. RM 72.—, geb. RM 80.—.

Wenn der Herausgeber in seiner Einleitung betont, daß der Stoff der Geophysik heute schon so umfangreich sei, daß ein einzelner Forscher nicht mehr das ganze Gebiet beherrschen könne, so gilt Ähnliches auch für den Berichterstatter. Auch für ihn ist es nicht möglich, in den einzelnen Materien so bewandert zu sein, daß er sich über alle Teile dieses großen Werkes ein Urteil anmaßen dürfte. Die Zahl der hervorragenden Mitarbeiter garantiert aber für die Trefflichkeit des Buches, und dem Berichterstatter bleibt wohl nichts übrig, als auf den außerordentlich reichen Inhalt aufmerksam zu machen.

Aus dem ersten Abschnitt (A. BORN), der von der Entwicklung der Erde und ihrem geologischen Aufbau handelt, sei der bedeutende Anteil hervorgehoben, der mineralogischen Betrachtungen gewidmet ist, die, wie sich heute zeigt, für den Aufbau der Erde von besonderer Wichtigkeit sind. Zu dem zweiten Abschnitt (A. ANSEL) über Schwerkraft und Isostasie seien einige Bemerkungen gestattet. ANSEL definiert die totale Schwerestörung als Unterschied zwischen der Normalschwere und dem wegen Höhe korrigierten beobachteten Werte. Für einen Punkt auf einer isostatisch gelagerten Scholle ist diese Schwerestörung gleich Null, solange man die störenden Massen als unendlich ausgedehnte Platten rechnet. In der Tat ergeben dann die sichtbaren Massen und ihre Kompensation Störungen, die gleich und entgegengesetzt sind. ANSEL denkt sich nun (S. 87) die Scholle um d tiefer gestellt. Dadurch wird eine Schichte von der Dicke d und der Dichte ϱ' des Untergrundmateriales verdrängt. Die Schwere an der Oberfläche ändert sich dadurch, abgesehen von der Höhenreduktion, um $-2\pi k^2\varrho' d$. Den gleichen Betrag erhält man für die totale Schwerestörung (Gl. 33). Die Zwischenüberlegungen, die ANSEL hier anstellt, scheinen mir überflüssig. Wenn man nun denselben Schwerewert isostatisch reduziert, so ändert sich an diesem Resultate gar nichts, weil die sichtbare Masse von der Höhe $H-d$ und ihre unsichtbare auf Grund isostatischer Annahmen berechnete Kompensation wieder die Anziehung Null geben. Es ist also immer die totale Schwerestörung der isostatischen gleich, solange man mit unendlich ausgedehnten Platten rechnet, und die Relation, die ANSEL gibt, erscheint mir illusorisch. Die Heranziehung der Schweizer Beobachtungen ist daher auch nicht beweisend, denn gerade hier darf man bestimmt nicht mit unendlich ausgedehnten Platten rechnen.

Die folgenden Abschnitte (III—V) von A. BORN sind geologischen Betrachtungen gewidmet: Epirogenese, Orogenese, Einwirkung von Wasser, Eis und Wind, endlich Vulkanismus. Die umfangreichen Abschnitte VI und VII über Erdbeben stammen aus der berufenen Feder von GUTENBERG, ebenso wie die beiden nächsten Kapitel über Wasserwellen und die Bewegung der Erdachse. Hier hätte sich vielleicht besser gleich der XI. Abschnitt angeschlossen, der vom physikalischen Aufbau der Erde: von Dichte, Druck, Starrheit und Temperatur im Erdinnern handelt. Die Erscheinungen des Erdmagnetismus bespricht BARTELS im X. Abschnitt. Die geophysikalischen Aufschlußmethoden, die immer mehr an Wichtigkeit gewinnen, bilden den Gegenstand des XII. Abschnittes (A. ANSEL).

Die nächsten Abschnitte behandeln die Vorgänge in der Atmosphäre: Aufbau und Optik (WEIKMANN), elektrische Vorgänge (BENNDORF), endlich Mechanik und Thermodynamik der Atmosphäre (WEIKMANN und HAURWITZ).

In dem originellen letzten Kapitel: Geophysik und Lebewesen von GUTENBERG sind alle Untersuchungen und Erfahrungen gesammelt, welche über die Einwirkung geophysikalischer Vorgänge auf Lebewesen, speziell auf den Menschen gemacht wurden. Hier stehen natürlich an erster Stelle die meteorologischen Einflüsse. Die Wetterempfindlichkeit mancher Personen ist eine physiologische Erscheinung, die nicht übersehen werden kann. Es liegen auch bereits Untersuchungen darüber vor, welche Temperatursteigerung oder Abkühlung der menschliche Organismus überdauern kann; welche Rolle dabei die Luftfeuchtigkeit spielt usw. Auch über den Einfluß des Luftdruckes und das Wesen der Bergkrankheit liegen bereits Beobachtungsreihen vor. Auch andere geophysikalische Vorgänge äußern ihre Wirkung, z. B. die Erdbeben, abgesehen von den die Erscheinung begleitenden Schrecken und ihrem an sich oft katastrophalen Charakter. Es scheinen auch andere Umstände maßgebend zu sein, offenbar wohl diejenigen, die eigentlich das Erdbeben auslösen, z. B. starke Luftdruckschwankungen. Die letzten Blätter des Buches besprechen endlich den Nutzen, den die Menschheit aus den geophysikalischen Untersuchungen gewinnt. Wenn man bedenkt, daß hierher alle Versuche gehören, die meteorologischen Vorgänge vorauszusagen, die Flutvorhersage, die geophysikalischen Aufschlußmethoden, mit ihren Beziehungen zum Bergbau, so ist der Nutzen wahrlich kein geringer. Nimmt man noch die Versuche hinzu, auf Grund von Erfahrungen erdbebensichere Gebäude aufzuführen, so kann man auch hoffen, in Zukunft manche Katastrophe abzuwenden oder wenigstens zu mildern.

Wegen des ungeheuren Stoffes, der zu bewältigen war, war es nicht möglich, die mathematische Behandlung in der Ausdehnung zu geben, wie es wünschenswert gewesen wäre, so daß das Buch teilweise den Charakter einer Enzyklopädie hat. Diesem unvermeidlichen Übelstande wird das eben im Erscheinen begriffene in großem Maßstabe angelegte „Handbuch der Geophysik", das ebenfalls GUTENBERG herausgibt, abhelfen. Von großem Wert sind die vor den einzelnen Kapiteln gebrachten Literaturübersichten, ferner die zahllosen instruktiven Diagramme und Tabellen, welche fast alle Resultate in übersichtlicher Weise wiedergeben, so daß wir damit nicht nur ein Lehrbuch, sondern auch ein sehr brauchbares Nachschlagewerk besitzen.

A. PREY, Wien.

HAALCK, HANS, **Die magnetischen Verfahren der angewandten Geophysik.** (Sammlung geophysikalischer Schriften, herausgegeben von CARL MAINKA, Nr. 7.) Berlin: Gebrüder Borntraeger 1927. VIII, 150 S., 61 Figuren und 3 Tafeln. 16 × 25 cm. Preis RM 12.—.

Das Buch stellt im ganzen eine brauchbare Einführung in das Problem der erdmagnetischen Forschung dar. Entsprechend dem Titel sind die meisten Kapitel den experimentellen Methoden gewidmet. Die „grundlegenden Begriffe und Definitionen" sind recht primitiv und nicht durchweg richtig dargestellt; es macht keinen guten Eindruck, daß „Susceptibilität" fast ohne Ausnahme im ganzen Buch falsch geschrieben ist („Suscebti . . ."). In den Formeln S. 105 fehlt der Querschnitt, offenbar ist Druck und Kraft verwechselt. In Kapitel 18 ist nicht unterschieden zwischen dia-, para- und ferromagnetischen Körpern, was aber für die Verwendung der dort gegebenen Methoden ausschlaggebend ist. — Abgesehen von diesen Beanstandungen ist das Buch wegen vieler anregender Hinweise und brauchbarer Anleitungen (sowohl technischer wie geologisch-geophysikalischer Art) für die Verbreitung erdmagnetischer Untersuchungsmethoden von Bedeutung. Es seien noch die Kapitelübersichten gegeben. Einleitung: Einführung in die Arbeitsmethoden der angewandten Geophysik (S. 1—16). A. Der Erdmagnetismus (S. 17—39). B. Die örtlichen Anomalien (S. 39—64). C. Die magnetischen Lokalvariometer (S. 64—96). D. Die Magnetisierbarkeit der verschiedenen Gesteinsarten als Ursache der lokalen Anomalien (S. 96—115). E. Die praktische Durchführung erdmagnetischer Untersuchungen (S. 116—125). F. Beispiele (S. 126—141). Schluß: Die Anwendbarkeit der magnetischen Aufschlußmethode (S. 142—143).

WALTHER GERLACH, München.

MAURAIN, CH., **Comptes Rendus de l'Assemblée de Prague.** Sept. 1927, Union Géodésique et Géophysique Internationale. Section de Magnétisme et Electricité Terrestre. Bull. 7. Paris: Les Presses Universitaires de France 1929. XII, 269 S. 17 × 25 cm.

Die Union für Geodäsie und Geophysik ist wohl die größte aller Abteilungen der im letzten Kriegsjahre gegründeten neuen Organisationen, die die bis dahin bestehenden internationalen Kommissionen ersetzen sollten. Wie allgemein bekannt ist, sind diese verschiedenen Unionen trotz ihres Namens noch nicht voll international, weil die europäischen Mittelmächte ihnen noch nicht angeschlossen sind.

Der vorliegende umfangreiche Band berichtet über die Tagung im Jahre 1927 in Prag. Wie üblich bringen die ersten Abschnitte allgemeine Nachrichten, öffentliche Ansprachen und die angenommenen Entschlüsse. Von diesen wären zu erwähnen, daß ein *Polarlichtatlas* herausgegeben werden soll, und daß eine Subkommission ernannt ist, um die geologische Anwendung geophysikalischer Beobachtungsmethoden zu betreuen.

Als Anhang sind die Ergebnisse der Tagung der Internationalen Kommission für Erdmagnetismus und Luftelektrizität in Zürich im Jahre 1926 gegeben, d. h. der der Union gar nicht angehörigen alten, wahrhaft internationalen Organisation; auf diese Weise kommen auch wir Deutsche zu Worte. Es sei hier auch bemerkt, daß in der Liste der Toten des Jahres deutsche Forscher erwähnt werden.

Der größte Teil des Berichtes, etwas über 200 Seiten, ist wissenschaftlichen Einzelberichten gewidmet. Wegen ihrer Ausführlichkeit seien genannt:

CHRICHTON MITCHELL über die Charakterisierung der Variationen in Erdmagnetismus und Luftelektrizität mit einer ausführlichen Vergleichstabelle der geprüften Methoden.

L. PALAZZO Proprieta e condizioni delle rocce magnetiche, studiate in sito ed in Laboratorio.

Sodann berichten die einzelnen Länder, die heute Mitglieder der Union sind, über die Arbeiten ihres Landes. Unter diesen sei der von LA COUR über Dänemark besonders genannt, da er sachlich sehr inhaltsreich ist. CARLHEIM-GYLLENSKIÖLD erzählt von der Vollendung der magnetischen Aufnahme Schwedens und von der Errichtung des neuen Observatoriums zu *Abisko*. Der ausführlichste von diesen Berichten ist der von Nordamerika.

Den Schluß bilden einige der Tagung vorgelegte wissenschaftliche Mitteilungen, meist in der Form von kurzen Selbstberichten über anderweit bekanntgegebene Studien der Verfasser. R. CHEVALLIER berichtet so über die Magnetisierung der Laven des Ätna und schließt daraus auf die Richtung des Erdfeldes vom 12. bis 17. Jahrhunderts; FLEMING und EDMONDS über den „Non-cyclic-effect" für *Watheroo*

in Australien. Der leider verstorbene englische Magnetiker CHREE, dem wir den eben genannten Begriff verdanken, behandelt die Ablenkungsfunktion magnetischer Theodolite. WAIT kritisiert die Staubzählungen mittels des Apparates von AITKEN; GISH befaßt sich mit den Messungen des Erdstrompotentials und seinen auffallend großen Werten am Observatorium in *Tortosa*. Den Schluß bildet ein Bericht von C. A. HEILAND über die Organisation der Abteilung für Geophysik an der Bergbauschule zu Golden in Colorado.

Im ganzen enthält der Bericht eine Anzahl sehr wertvoller Mitteilungen, wenn er auch entsprechend der noch unvollkommenen Organisation der Internationalen Union nicht in der Lage ist, ein wirklich vollständiges Bild der augenblicklichen internationalen Arbeit in Erdmagnetismus und Luftelektrizität zu liefern. Man kann weiterhin feststellen, daß der größte Teil dieses sachlichen Inhalts auch schon anderweit durch die internationale Literatur und die neben der Union vorhandene Zusammenarbeit der Fachleute aller Nationen überall bekannt geworden ist.

A. NIPPOLDT, Berlin-Potsdam.

V. D. PAHLEN, E., und A. KOHLSCHÜTTER, **Untersuchungen über die Sonnencorona**[1]. Veröffentl. der Univ.-Sternw. zu Bonn Nr 24. Bonn: F. Dümmler 1930. 42 S. Preis RM 4.—.

Die vorliegende Arbeit ist m. W. die erste, welche von astronomischem Standpunkte aus Gedanken aus dem Ideenkreis der BIRKELAND-STÖRMERschen Theorie der Elektronenbahnen in magnetischen Feldern heranholt, um ein astrophysikalisches Problem zu klären, und zwar die Entstehung der Strahlenformen der Sonnencorona. Seither haben nur der Geophysiker KR. BIRKELAND selbst und der Mathematiker C. STÖRMER die Anwendbarkeit ihrer Theorie, die sich beim Erdmagnetismus und bei den Polarlichtern so glänzend bewährt hat, auf kosmisch-physikalische Probleme behauptet und vertreten. In bezug auf die Corona der Sonne ist nunmehr auch von astrophysikalischer Seite aus anerkannt, daß man in dem Zusammenspiel von elektrischer Strahlung der Sonne, magnetischem Sonnenfeld und der Perspektive die Erklärung für die uns bekannte Form der Sonnencorona besitzt. Von jetzt an steht zu hoffen, daß auch der Astrophysiker bei vielen anderen kosmologischen Fragen mit dem magnetischen Feld der Gestirne und Gestirnkomplexe denken wird.

Als Material dienten den Verff. die Coronaaufnahmen, die die Expedition des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam nach Mexiko während der totalen Finsternis vom 10. September 1923 erhalten hat. Aus den Originalaufnahmen wurden auf exakte Weise Kopien hergestellt und auf ihnen eine Reihe verfolgbarer Einzelstrahlen durch Punkte festgelegt. Nachdem durch eine sehr übersichtliche Weise dargetan war, daß sich diese Strahlen durch Gleichungen zweiten Grades in gewissen Hilfsunbekannten wiedergeben lassen, wurden die numerischen Werte der Faktoren abgeleitet und so bestätigt, daß die STÖRMERsche Theorie das Phänomen erklärt. Die Hauptsache in diesem Abschnitt der Untersuchung ist die tatsächliche Zurückführung der Hilfsvariablen auf die maßgebenden Größen des STÖRMERschen Gleichungssystems für die Bewegung eines elektrisch geladenen Teilchens unter einem magnetischen Felde.

Vorangeht eine umgekehrte Rechnung, worin aus den STÖRMERschen Grundgleichungen die Grenzen für die beiden wesentlichen Konstanten r und k^2 festgelegt werden, zwischen denen bei der Sonnencorona die Lösung zu suchen ist. r ist eine den Maßstab bedingende lineare Größe und k^2 eine physikalische, welche die Steifigkeit der Strahlengattung und das magnetische Moment der Sonne enthält, indem $k^2 = eM_0/mcv$. Der Vergleich der so berechneten Trajektorien mit dem bekannten Bild aller Coronaaufnahmen zeigt, daß nur Werte von $r_0 = 0{,}3$. $k^2 = 5{,}38 \cdot 10^{22}$ bis $r_0 = 0{,}6$, $k^2 = 1{,}34 \cdot 10^{23}$ in der Natur vorhanden sind. Im ersteren Falle zeigen die polnahen Strahlen schon Biegungen, welche nicht beobachtet worden sind, und im letzteren Fall werden die Strahlen schon sichtlich zu einfach. Der Bereich ist demnach verhältnismäßig klein.

Der nach diesem Vorversuch von den Verff. eingeschlagene Weg, die Bahnen umgekehrt aus den photographischen Aufnahmen zu berechnen, ermöglicht es nun, rückschließend die tatsächlich wirksame Größe k^2 abzuleiten und — weitergehend — unter Zugrundelegung der Steifigkeit bekannter Strahlengattungen, das magnetische Moment der Sonne zu berechnen. Dies ist der für die ganze solare Physik wertvollste Ertrag der Arbeit.

Aus den oben angegebenen Grenzen für k^2 würden sich nach den beobachteten Coronastrahlen für die Teilchen Geschwindigkeiten von 18^8mal mehr als Lichtgeschwindigkeit ergeben, wenn das Moment der Sonne so angesetzt würde, wie HALE es aus dem Zeemann-Effekt als Allgemeinfeld der Sonne abgeleitet hat. Aber wie schon spätere Arbeiten von HALE es für wahrscheinlich hinstellten, daß das magnetische Feld der Sonne schon innerhalb der Photosphäre nach außenhin rasch abnimmt, so zeigen die Verff., daß auch DESLANDRES Studien über die Krümmung der Protuberanzen im Sonnenfeld und MOORES Beobachtungen über die Verschiebung der Spektrallinien der äußeren Corona diese Abnahme belegen. In den Regionen, worin sich die Coronabildung vollzieht, genügt nach den Rechnungen der Verff. eine Feldstärke von nur $0{,}9 \cdot 10^{-12}$ Gauss, also $9 \cdot 10^{-8}\,\gamma$, um die beobachteten Krümmungen zu erzeugen, das ist ein wirksames magnetisches Moment der Sonne von $3 \cdot 10^{31}$, statt $3 \cdot 10^{33}$ nach dem für die Photosphäre gültigen Wert. Der ungeheure Raum, auf dem hin dies schwache Feld wirken kann, bewirkt es, daß die Coronastrahlen dennoch ihre starken Krümmungen erhalten.

Es ist den Verff. klar, daß aus diesem einen Versuch heraus die Frage noch nicht voll befriedigend beantwortet erscheint. Vielmehr regen sie an, nunmehr das ja sehr reiche Material an allen Aufnahmen früherer Finsternisse auf die gleiche Weise zu bearbeiten. Durch eine ins einzelne gehende Darstellung jeden Schritts ihrer Rechnung erleichtern sie diese Arbeit erheblich, und es wäre sehr zu wünschen, daß dieser Anregung auch Folge geleistet werde. Das magnetische Feld der Sonne und seine Verteilung im Raum wird die natürliche Grundlage abgeben für alle Studien über die magnetischen Felder im Kosmos und für viele geophysikalische Probleme.

A. NIPPOLDT, Berlin-Potsdam.

HAAS, A. **Einführung in die theoretische Physik** mit besonderer Berücksichtigung ihrer modernen Probleme. 5. u. 6. Auflage. Erster Band. Berlin und Leipzig: W. de Gruyter & Co. X, 396 S. und 67 Abbild. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 16.50.

Der 1. Band der Neuauflage ist verhältnismäßig wenig geändert worden gegenüber der vorigen (3. bis

[1] Nach einem Bericht des Referenten auf der 9. Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft zu Potsdam.

4. Auflage). Die Hauptänderung ist die Lösung der Thermodynamik von der Statistik und die Übernahme der phänomenologisch aufgebauten Thermodynamik in den ersten Band, der hiermit als Darstellung der mathematischen Physik auf phänomenologischer Grundlage eine Abrundung gegenüber dem zweiten, auf Atomistik aufbauenden Band erhält.

Das einzige, was ich wieder, wie bei der vorigen Auflage, gegen das Haassche Buch einzuwenden habe, ist, daß mir die Darstellung zu schön ist. Das ist nur erreichbar durch die Betonung der mathematischen Zusammenhänge auf Kosten der Besprechung der *Ansätze*, auf denen die mathematische Behandlung beruht. Damit kommt etwas zu kurz, was den Physiker vom Mathematiker unterscheidet: das Bewußtsein des engen Zusammenhanges mit der Welt der Erscheinungen. Überall, wo man bis zu den (im Titel genannten) *modernen Problemen* vorstößt, wird man auf die Problematik der Ansätze geführt: sei es in der Hydrodynamik oder in dem mechanischen Verhalten der festen Körper; sei es beim Poyntingschen Vektor oder bei der magnetischen Permeabilität — um nur aus beliebig vielen Beispielen einige zu nennen. Von dieser ganzen Problematik erfährt der Leser *nichts*, und ebensowenig von den „modernen Problemen", die es doch auch in der nichtatomistischen Physik in Fülle gibt. Zugegeben, daß es sich für den Autor und den Leser in erster Linie darum handelt, einen großen Weg schnell zurückzulegen — aber verliert er nicht durch dies Verfahren Maßstab und Orientierung der Natur gegenüber? Manchmal ist in den Anmerkungen der Versuch zu erkennen, den Text hierin zu ergänzen, aber meines Erachtens sollte am Schluß oder Anfang jedes größeren Abschnitts klar gesagt sein: bis wohin reicht die vorgetragene mathematische Theorie, von wo ab werden die Voraussetzungen, auf denen sie beruht, unzulänglich? Dadurch würde der Eindruck der Sicherheit und abgeschlossenen Eleganz des Vorgetragenen gedämpft und der Einblick des Lesers in die Tiefe der Probleme gewaltig gesteigert werden können. Die technische Ausstattung des Buches ist gut.

P. P. Ewald, Stuttgart.

BUCKINGHAM, JOHN, **Matter and Radiation with Particular Reference to the Detection and Uses of the Infra-red Rays.** London: Oxford University Press 1930. XII, 144 S. 14×22 cm. Preis 7/6sh.

Ein populär gehaltenes, aber so klug und geistreich geschriebenes Buch, daß wohl jeder Naturwissenschaftler Freude an seiner Lektüre haben wird. Etwas eigenartig ist nur die Disposition des Stoffes: Der Verfasser bringt auf den ersten 30 Seiten die Wellentheorie der elektromagnetischen Strahlen, bespricht dann den Aufbau der Materie aus Molekülen und Atomen (25 Seiten), und weiter die modernen Vorstellungen über Atombau, Emission von Spektrallinien, Radioaktivität (31 Seiten). Auch in diesem, besonders elegant geschriebenen Kapitel werden mathematische Ableitungen durchaus vermieden, die Bohrsche Ableitung der Balmerschen Formel wird in einem kurzen Anhang am Schlusse des Buches gebracht. — Nachdem so ein breites Fundament gelegt wurde, beschränkt sich der Autor im zweiten Teil des Buches auf eine eingehende Behandlung des Gebietes der ultraroten Strahlen. Er bringt (18 Seiten) den Nachweis der Wärmestrahlen mittels Bolometer, Thermoelementen, Thermometern, mittels Farbänderung von Silber-Quecksilberjodid, mittels Radiometers, Photographie und Auslöschung von Phosphorescenz; dann die möglichen praktischen Anwendungen zum Signalisieren, zur Selbststeuerung von Torpedos, zur Sicherung der Schiffahrt bei Nebel und ähnliche andere technische Probleme, endlich die Verwendung in der Medizin (33 Seiten). — Das Buch beginnt mit einem Motto aus Boethius, de consultatione philosophiae, und einem gefälligen Distichon von Voltaire. In den ersten Kapiteln zeigt der Autor seine Vertrautheit mit alten, klassischen Schriften, in den letzten die mit modernsten Erfindungen. Die Ausstattung des Werkes ist vornehm, einen besonderen Schmuck bilden 8 Tafeln mit guten Abbildungen.

E. v. Angerer, München.

RAWLINS, F. I. G., und A. M. TAYLOR, **Infra-Red Analysis of Molecular Structure.** Cambridge: The University Press 1929. XV, 176 S. und 35 Abbild. 14×22 cm. Preis 10/6 sh.

Über Ultrarotspektroskopie und ihre Ergebnisse lag bislang kein Buch in englischer Sprache vor. Dankenswerterweise unterzogen sich die Autoren, die selbst seit einer Reihe von Jahren Ultrarotforschung treiben, der Aufgabe, eine Einführung in dieses Gebiet der Physik zu schreiben. Das Buch wendet sich an einen weiteren Kreis von Lesern, an alle Physiker, physikalischen Chemiker und Chemiker, die an der Erforschung des Molekülbaus interessiert sind. — In drei Kapiteln wird die Emission und Absorption ultraroter Strahlung durch Materie im gasförmigen, flüssigen und festen Zustand behandelt. Ein weiteres Kapitel ist den experimentellen Methoden gewidmet. Ein Anhang von etwa 25 Seiten befaßt sich schließlich mit mathematischen Ergänzungen. Dank dieser Anordnung, die also zunächst nur Ergebnisse der Forschung nebst einigen theoretischen Erläuterungen bringt, liest sich das Buch leicht und angenehm, man erhält eine gute Übersicht über den derzeitigen Stand der Ultrarotforschung. Etwas kurz ist das experimentelle Kapitel gehalten. Ultrarot-Photographie, die für die Untersuchung im kurzwelligen Ultrarot neuerdings recht wertvoll wurde, ist leider äußerst knapp behandelt. Neocyanin und Hypersensibilisierung werden nicht erwähnt. Bei der Besprechung der Thermosäulen vermißt man das Mollsche Thermorelais. Auch die Teile dieses Kapitels, die die Optik behandeln, lassen sich vielleicht bei einer Neubearbeitung noch durch Ergänzungen und eingehendere Darstellung bereichern. — Alles in allem ist dieses Buch aber doch unbedingt zu begrüßen, da es in Kürze und außerdem für einen sehr billigen Preis dem Leser einen guten Überblick über die Ultrarotforschung bietet. Es wird daher auch neben ausführlicheren Werken, wie etwa dem kürzlich erschienenen Buch von Schaefer und Matossi, seine Daseinsberechtigung behalten.

G. Cario, Göttingen.

DE BROGLIE, LOUIS, **Recueil d'exposés sur les ondes et corpuscules.** Paris: Librairie Scientifique Hermann et Cie. 1930. 80 S. 16×25 cm. Preis 20 Frs.

Louis de Broglie faßt fünf Aufsätze aus der Zeit vom November 1927 bis zum Dezember 1929 zusammen, von denen zwei die Niederschriften von Vorträgen sind, die drei anderen Zeitschriftenartikel. Alle fünf zeugen von vollkommenster Einstellung auf den zu belehrenden Leser und von meisterhafter Darstellungskunst. Die Aufsätze behandeln natürlich alle die neueste Phase der theoretischen Physik, die sich an die Namen de Broglie, Heisenberg, Schrödinger knüpft: La physique moderne et l'œuvre de Fresnel; Ondes et corpuscules dans la physique actuelle; La crise récente de l'optique ondulatoire; Comme la lumière les électrons peuvent interférer; Déterminisme et causalité dans la

physique contemporaine. Jeder an der gegenwärtigen Entwickelung der Physik Interessierte sollte sie lesen.

ARN. BERLINER, Berlin.

DIRAC, P. A. M., **The principles of Quantum Mechanics.** Oxford: At the Clarendon Press 1930. X, 257 S. Preis 17/6 sh.

DIRAC, P. A. M., **Die Prinzipien der Quantenmechanik.** Ins Deutsche übertragen von WERNER BLOCH. Leipzig: S. Hirzel 1930. VIII, 280 S. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 20.—.

Nachdem der Begriff des Zustandes am Beispiel der Polarisation der Photonen im ersten Kapitel erläutert wird, folgt in den Kapiteln 2—5 die allgemeine mathematische Theorie der Zustände und Observablen. Unter Observablen werden hierbei Größen verstanden, die dem Zahlenwert einer klassischen Variablen für einen bestimmten Zeitpunkt entsprechen würden. Die Theorie wird in abstrakter Form durchgeführt mittels eines algebraischen Kalküls, der sich auf zu den Zuständen und Observablen zugeordnete Symbole bezieht. Zu einer Observablen und einem Zustand gehört dann ferner eine durch die Symbole formal ausdrückbare gewöhnliche Zahl, die als Mittelwert der Observablen für diesen Zustand bezeichnet wird. Von diesem wird angenommen, daß man ihn wirklich durch Beobachtungen ermitteln kann, wenn man die Observablen sehr oft mißt und den Mittelwert aus den Messungsergebnissen bildet.

Diese abstrakte Darstellung der jetzigen Quantentheorie hat viele Vorteile. Man kann die Wellenfunktionen, Operatoren und Matrizen als spezielle Repräsentanten der algebraischen Symbole durch Zahlensysteme von einem allgemeineren einheitlichen Gesichtspunkt aus überblicken. Ferner sind die Voraussetzungen des Kalküls so allgemein, daß von Beziehungen zwischen Raum und Zeit noch keine Rede zu sein braucht und die Frage nach der Form der Vertauschungsrelationen zwischen den Observablen (Quantenbedingungen) noch ganz offengelassen werden kann. Auch ist zu erwähnen, daß der Verfasser sowohl den Fall diskreter als auch den kontinuierlicher Eigenwerte der Observablen in den genannten Kapiteln behandelt; und wenn im letzteren Fall die volle mathematische Strenge nicht überall gewahrt wird, so wird dies von den physikalisch orientierten Lesern eher als Vorzug denn als Mangel empfunden werden, da die Übersichtlichkeit der Darlegungen sich hierdurch wesentlich erhöht.

Trotz dieser Vorzüge der symbolischen Methode der Darstellung der Quantentheorie hat sie auch schwerwiegende Nachteile. Der Referent hat hierbei nicht so sehr den Umstand im Auge, daß diese Methode an das Abstraktionsvermögen des Lesers die höchsten Anforderungen stellt, sondern vielmehr folgendes: Der Leser erfährt prinzipiell nicht, wie die zur Messung einer Observablen dienenden Apparate wirklich aussehen und ob für eine beliebig allgemein gewählte Observable (z. B. eine willkürliche, nur die Bedingung der Reellität der Observable befriedigende Funktion von Impuls und Ort eines Teilchens) überhaupt ein Apparat wirklich existiert, der sie zu messen gestattet. Auch wird nicht erwähnt, daß gewisse Messungen, z. B. die Feststellung, in welchem stationären Zustand sich ein Atom befindet, eine endliche minimale Zeitdauer erfordern. Der Referent ist der Meinung, daß hierdurch eine gewisse Gefahr der Wirklichkeitsfremdheit für die Theorie besteht und daß hier noch verschiedene, namentlich im Hinblick auf eine künftige befriedigende relativistische Quantentheorie interessante Fragen nicht genügend geklärt sind. Wie dem auch sei, es ist zuzugeben, daß die symbolische Methode eben dem Absehen von Fragen dieser Art ihre große Eleganz und Allgemeinheit verdankt und daß ihr beim jetzigen Stand der Theorie eine berechtigte und wichtige Stellung gebührt. Dehalb ist es auf jeden Fall zu begrüßen, wenn diese Methode nun von berufener Seite eine an Knappheit und Übersichtlichkeit sowie an Zweckmäßigkeit der Bezeichnungen mustergültige Darstellung erhalten hat.

Die folgenden Kapitel 6—11 enthalten die nicht relativistische Quantenmechanik (kanonische Vertauschungsrelationen, Schrödingergleichung, Elektronenspin) nebst zahlreichen Anwendungen. Von den letzteren mögen hier die schöne Herleitung der Auswahlregeln für die Drehimpulsquantenzahlen, die ausführliche und sorgfältige Diskussion der Stoßvorgänge und die Besprechung der Symmetrieklassen der Zustände bei mehreren gleichartigen Teilchen besonders hervorgehoben werden. Das Kapitel 12 bringt die Strahlungstheorie (Quantelung des elektromagnetischen Feldes, Photonen) und ihre Konsequenzen für die Prozesse der Emission, Absorption und Dispersion. An dieser Stelle hätte nach der Meinung des Referenten ein Hinweis darauf nicht fehlen dürfen, daß diese Strahlungstheorie in ihrer Anwendung auf freie Elektronen zu einer unendlich großen Selbstenergie der Elektronen führt. Denn diese Schwierigkeit muß wohl als die für die heutige Form der Quantentheorie am meisten fundamentale und charakteristische bezeichnet werden. Das letzte Kapitel 13 enthält endlich des Verfassers relativistische Theorie des Spinelektrons und schließt mit einem Abschnitt, der die noch nicht endgültig geklärte Frage nach der physikalischen Bedeutung der Lösungen mit negativer Energie erörtert.

Zusammenfassend möge betont werden, daß der Lernende in diesem Buche neben den Grundprinzipien der heutigen Quantentheorie alle ihre wichtigeren Methoden und Ergebnisse in unbedingt zuverlässiger Darstellung finden kann und daß es auch für die auf diesem Gebiete selbständig Arbeitenden voraussichtlich bald ein unentbehrliches Standardwerk sein wird. Die deutsche Übersetzung ist einwandfrei.

W. PAULI, Zürich.

HEISENBERG, W., **Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie.** Leipzig: S. Hirzel 1930. VIII, 117 S. und 22 Abbild. Preis geh. RM 7.—, geb. RM 8.50.

Der Zweck des Buches ist nicht der, als allgemeines systematisches Lehrbuch der Quantentheorie zu dienen, sondern eine Übersicht über das an den physikalischen und erkenntnistheoretischen Grundlagen der heutigen Form der Quantentheorie prinzipiell Neue und Charakteristische zu geben. Gerade nach einer solchen Art der Darlegung besteht ein starkes Bedürfnis, und es ist zu hoffen, daß durch das vorliegende Buch das Verständnis für die neuen Prinzipien in noch weitere Kreise der Experimentalphysiker und Erkenntnistheoretiker dringen wird. Diesen wird die Lektüre noch dadurch erleichtert, daß der mathematisch formale Apparat der Quantentheorie als Anhang an den Schluß des Buches gestellt ist, während im eigentlichen Text zwar physikalische Vorkenntnisse vorausgesetzt werden, aber im wesentlichen nur ganz elementare Formeln und Rechnungen vorkommen.

Es ist klar, daß in dem Buch die Diskussion des eigentümlichen Dualismus von Partikel und Welle eine Hauptrolle spielen muß. In einfacher und überzeugender Weise wird vom Verfasser dargelegt, daß infolge der Endlichkeit des Wirkungsquantums diesen beiden klassischen Begriffen nur eine begrenzte Anwendbarkeit zukommt, und wie sie in der Quantentheorie nicht mehr zu einander widersprechenden,

sondern zu komplementären Beschreibungsweisen der Phänomene Anlaß geben. Dabei findet sich Gelegenheit, nicht nur auf die bekannten Unsicherheitsrelationen des Verfassers und ihren Nachweis an verschiedenen Meßinstrumenten, sondern auch auf die Quantelung der klassischen Wellenfelder näher einzugehen. Was die letzteren Fragen betrifft, so sei besonders auf den Abschnitt hingewiesen, der von dem Nachweis der Unbestimmtheitsrelationen für die elektromagnetischen Feldstärken an einer Meßanordnung handelt, denn dieser bringt auch dem Fachmann etwas inhaltlich Neues. Das gleiche gilt teilweise auch von dem überaus wertvollen Kapitel über Diskussion wichtiger Experimente, besonders über die WILSONschen Aufnahmen und das COMPTON-SIMONSche Experiment, obgleich hier die Resultate der Diskussion natürlich vorherzusehen waren. Es möge noch dem Wunsch Ausdruck gegeben werden, daß in einer künftigen Auflage des Buches die gleichwertige Bedeutung des GEIGER-BOTHEschen und des COMPTON-SIMONSchen Experimentes für die Theorie auch in den Überschriften der Abschnitte zur Geltung gebracht werden sollte, zumal das Resultat des ersteren Experimentes empirisch vielleicht sogar das besser fundierte ist.

Zum Schlusse sei das Buch, dem eine weite Verbreitung zu wünschen ist, allen an der Entwicklung der modernen Physik interessierten Mathematikern, Naturwissenschaftlern und Philosophen aufs wärmste empfohlen. W. PAULI, Zürich.

GERLACH, W., und E. SCHWEITZER, **Die chemische Emissionsspektralanalyse.** Grundlagen und Methoden. Leipzig: Leopold Voss 1930. VI, 120 S. und 53 Abb. 16×23 cm. Preis RM 12.60.

Die hohen Anforderungen, die man gegenwärtig auf mikrochemische Analysen jeder Art stellt, hat wieder die Aufmerksamkeit auf die Spektralanalyse gelenkt. Namentlich wenn es gilt, sehr kleine Quantitäten zu analysieren oder die Heterogenität von Legierungen nachzuweisen usw., versagen viele mikrochemische Methoden, oder sie erleiden Störungen durch anwesende Fremdstoffe, oder sie arbeiten endlich zu langsam. Die Spektralanalyse ist wegen ihrer Schnelligkeit für Serienanalysen geeignet und sie zeichnet sich durch sehr geringen Materialverbrauch aus.

Die größten Schwierigkeiten bei dem Ausbau der längst bekannten qualitativen chemischen Spektralanalyse zu einer quantitativen Methode hat der Umstand bereitet, daß die Erregungsbedingungen des meistens als Lichtquelle benutzten elektrischen Funkens so ungleichmäßig sind. Das von HARTLEY, DE GRAMONT und LEONARD-POLLOK ausgearbeitete Verfahren, das sich auf der einfachen Abschätzung des Schwärzungsgrades der photographisch aufgenommenen Spektrallinien gründet, kann nur als erste Annäherung an eine wirklich quantitative Analyse betrachtet werden. GERLACH und SCHWEITZER haben sich ein großes Verdienst dadurch erworben, daß sie ein Prinzip ausfanden, um die Schwankungen der Emissionsintensität des Funkens zu eliminieren. In der vorliegenden Schrift hat nun GERLACH in Verbindung mit seinem vormaligen Assistenten SCHWEITZER seine im Laufe von 7 Jahren gesammelten Erfahrungen niedergelegt.

Die Arbeit beginnt mit einer kurzen, orientierenden Darstellung der theoretischen Grundlagen der chemischen Spektralanalyse. Diese zwei einleitenden Kapitel enthalten wertvolle Aufklärungen über u. a. Emissionsenergie und Nachweisintensität, wo z. B. auf das Zurücktreten der Intensität der Grundlinien infolge von Selbstumkehr aufmerksam gemacht wird. Ferner wird auf die Unabhängigkeit der relativen Konzentrationsempfindlichkeit einer Linie von der Grundsubstanz und anderen Zusätzen hingedeutet. Nach einer auf eingehender, eigener Experimentarbeit fußenden Darstellung der elektrischen und optischen Apparate für die Emissionsspektralanalyse (Kapitel 3) folgt zuerst eine mit konkreten Beispielen beleuchtete kurze Anleitung für die qualitative Analyse und dann in einem fünften Kapitel die Methoden der quantitativen Analyse.

Das Prinzip GERLACHS und SCHWEITZERS besteht darin, daß sie im Spektrum einer Mischung von einem in großer Menge vorhandenem Grundelement und einer „Verunreinigung" die an Intensität gleichen Linien aussuchen. Diese „homologen Linienpaare", von denen also die eine Linie dem Grundelement, die andere der Verunreinigung gehört, wechseln natürlich je nach der Konzentration der letzteren. Wenn man eine Reihe von Mischungen von steigender Konzentration der Verunreinigung spektrographiert, so läßt sich eine Tabelle von homologen Linienpaaren aufstellen, die bei der Analyse von unbekannten Proben ähnlicher Mischungen Anwendung finden.

GERLACHS und SCHWEITZERS Methode wurde in erster Hand für Legierungen ausgearbeitet, wo jedes vorhandene Element recht viele Linien erzeugt. Es lassen sich also hier ziemlich viele Konzentrationsstufen als homologe Linienpaare charakterisieren. In anderen Fällen war es notwendig, noch ein drittes Element als Hilfsspektrum einzuführen.

In der vorliegenden Schrift haben die Verfasser auch versucht, diese Methode auf Funkenspektra von Lösungen auszudehnen, und es wird endlich die Verwendung der Relativ- oder Konzentrationsempfindlichkeit zur Analyse diskutiert. Dieser letzte Teil der Arbeit, wie auch die Versuche zur Verfeinerung der Methode durch photometrische Intensitätsmessungen, ist weniger eingehend ausgearbeitet.

Die Schrift beschränkt sich auf die Methode der Verfasser. Das vom Referenten vorgeschlagene Prinzip der Leitsubstanz in Verbindung mit streng durchgeführter Photometrierung der Linienintensität an Stelle der okulären Schätzung wird nicht erwähnt. Die Äußerung, daß nach den Erfahrungen der Verfasser es „für alle quantitative Zwecke am einfachsten ist, wenn man Funkenspektra verwenden kann (S. 36)", klingt etwas fremd, seitdem man weiß, daß eine Reihe von Elementen in der Luft-Acetylenflamme bequem quantitativ bestimmbar sind und daß die für alle biologischen und auch viele nichtbiologischen Untersuchungen aktuellen Alkalien in dem Funken sehr schlecht hervortreten.

Diese Ungleichmäßigkeiten der Darstellung, die nur deshalb hervortreten, weil der Titel der Arbeit wohl eine breitere Behandlung des Themas erwarten läßt, verringern natürlich in keiner Weise den großen positiven Wert der experimentellen Arbeit, die die Verfasser auf die Entwicklung der chemischen Emissionsspektralanalyse niedergelegt haben, und die von ihnen angegebene Methode der homologen Linien bedeutet sicherlich einen Fortschritt besonders für die technische Mikroanalyse von Metallegierungen.

H. LUNDEGÅRDH, Stockholm.

MAERCKS, J., **Bergbaumechanik.** Lehrbuch für bergmännische Lehranstalten, Handbuch für den praktischen Bergbau. Berlin: Julius Springer 1930. IX, 451 S. und 455 Textabbildungen. 16×24 cm. Preis geh. RM 19.50, geb. RM 21.—.

In vier großen Abschnitten, die Statik der festen Körper, die Dynamik fester Körper, Festigkeitslehre, Strömungslehre, wird hier die Mechanik im Hinblick

auf die Belange des Bergbaues behandelt, und zwar in elementarer, klarer, durch viele treffende, der Praxis entnommene, zum Teil sehr drastische Beispiele illustrierter Form und in erfreulicher Übersichtlichkeit und Originalität.

Der Grubenausbau bildet das große Anwendungsgebiet der Statik, der Kräftezerlegung und Zusammensetzung und ihrer Gleichgewichtsbedingungen. Dabei werden die „einfachen Maschinen" wie schiefe Ebene, Keil, Schraube und die überaus wichtigen dabei auftretenden Reibungsprobleme in Ausführlichkeit besprochen. Im zweiten Abschnitt, der Dynamik, finden wir die Erörterung von allem, was mit Arbeit zusammenhängt, darunter an Hand mehrerer Bilder, die Besprechung der Fördermaschinen (mit Fahrdiagrammen), der Schüttelrutschen, der Schwungräder, der Theorie des Stoßes und vieles andere mehr.

Etwas weniger umfangreich ist der dritte Abschnitt, die Festigkeitslehre, in dem besonders auf die Seilfestigkeit und Balkenknickfestigkeit eingegangen wird. In der Strömungslehre (vierter Abschnitt) wird der Leser nach einleitender Behandlung der allgemeinen Sätze — insbesondere wird der von BERNOULLI anschaulich abgeleitet und an Anwendungen erläutert — in die Lehre der Bewetterung der Gruben eingeführt.

Wenn der Leser die in der Hauptsache das Buch füllenden zahlreichen Beispiele und Aufgaben aus der Praxis mit Interesse und Fleiß durcharbeitet, so wird er einen großen Gewinn haben und die praktisch wichtigen Fragen der Mechanik, die im Bergbau auftreten, fast gefühlsmäßig richtig zu beantworten lernen. Es kann daher das Buch bestens empfohlen werden, und zwar nicht nur Bergbaustudierenden, für die es eigentlich geschrieben wurde, sondern auch allen, die die Mechanik als Grundlage maschinentechnischer Vorgänge brauchen und sich ein Gefühl für die sachgemäße Behandlung der Aufgaben dieser Wissenschaft aneignen wollen.

S. VALENTINER, Clausthal i. Harz.

Geophysikalische Mitteilungen.

Polarlicht, Theorie und Beobachtung. Die schönen Modellversuche mit sichtbaren Elektronenstrahlen von E. BRÜCHE (1) haben der Theorie des Polarlichtes von STÖRMER und BIRKELAND eine neue Stütze gegeben; wer Gelegenheit gehabt hat, die Ablenkung der Fadenstrahlen oder den Torusraum im magnetischen Felde zu sehen, wird vielleicht den Eindruck mitgenommen haben, daß diese Demonstrationsversuche mehr oder weniger die kosmischen Verhältnisse wiedergäben. Tatsächlich ist die Bewegung einzelner elektrischer Teilchen im Felde eines magnetischen Dipols oder einer homogen magnetisierten Kugel kaum besser zu veranschaulichen; aber wieweit dieses einfache Modell, mit Einschluß des „Ringstroms", die wirklichen Vorgänge bei einem Polarlicht und der damit verbundenen magnetischen Störung wiedergibt, ist eine Frage, deren Beantwortung auf beträchtliche Schwierigkeiten stößt. Da diese in manchen neueren Arbeiten nicht erwähnt werden, soll das hier kurz geschehen, unter Hinweis auf frühere Mitteilungen (2) an dieser Stelle.

Zunächst ist ziemlich sicher, daß die Bezeichnungsweise „Elektronenwolken" oder „Elektronenströme" für die Schwärme solarer Teilchen zum mindesten ungenau ist. Schon 1908 hat A. SCHUSTER darauf hingewiesen, daß die Annahme von Wolken gleichgeladener Teilchen auf erhebliche Widersprüche führt und nicht aufrechterhalten kann. S. CHAPMAN und V. C. A. FERRARO (3) haben gezeigt, daß jede überschüssige Ladung einer ionisierten Wolke auf dem Wege von der Sonne bis zum Durchtritt durch die Erdbahn schon bis auf einen unwesentlichen Bruchteil zerstreut sein müßte, und daß deshalb korpuskulare Theorien magnetischer Stürme ausgehen müßten von Strömen, die aus Ionen, Elektronen und ungeladenen Teilchen bestünden und in Erdnähe als ganzes nahezu neutral wären. Nach einer vorläufigen Mitteilung (4) wird ein solcher Strom erst wenige Erdradien von der Erde entfernt vom magnetischen Erdfeld merklich beeinflußt. In der gut leitenden Wolke werden Ströme induziert, die der Erde wesentlich näher liegen als der hypothetische äquatoriale Ringstrom außerhalb der Mondbahn, den BIRKELAND und STÖRMER mit dem Erscheinen des Polarlichts in niedrigen Breiten in Verbindung brachten. Dabei wird mit Geschwindigkeiten des Stroms von der Größenordnung 2000 km/sec gerechnet, weil die entsprechende Laufzeit Sonne–Erde, 1–2 Tage, durch verschiedene Beobachtungen (2,6) nahegelegt wird. Für extrem hohe Geschwindigkeiten (BIRKELAND und BRÜCHE, 0,95 Lichtgeschwindigkeit, d. h. Laufzeit 8–9 Minuten) besteht kaum die Möglichkeit einer Erklärung, wenn man die Annahme radioaktiver Vorgänge in so riesigem Ausmaß auf der Sonne als zu gewagt ablehnt; gegen so hochgeschwinde Strahlen sprechen auch SCHUSTERS Energieabschätzungen. Es ist zu hoffen, daß die Durchführung von CHAPMANS Grundgedanken die erdmagnetischen und Polarlichtbeobachtungen ohne die erwähnten Widersprüche erklären wird; daß in dieser Theorie die wesentlichen Züge der STÖRMERschen Rechnungen und der BRÜCHEschen Versuche in geeigneter Deutung wiederkehren werden, ist wohl sicher.

Inzwischen war übrigens von HULBURT und MARIS die Auffassung vertreten worden, daß die Korpuskularstrahlung, die das Polarlicht anregt, gar nicht solaren, sondern irdischen Ursprungs sei. Sie entwickelten Vorstellungen, wie diese Teilchen vom extrem kurzwelligen Sonnenlicht in der höchsten Atmosphäre erzeugt und längs der erdmagnetischen Kraftlinien den Polen zugeführt würden. Aus der berechtigten Kritik dieser Hypothese (5) ist hervorzuheben, daß solche irdischen Korpuskeln viel zu geringe Geschwindigkeiten ($\sim$ 10 km/sec) hätten, um bis zur unteren Grenze des Polarlichts (80 km) durchzudringen.

Über die geographische Verteilung der Häufigkeit des Polarlichtes und die vielgenannte Zone häufigsten Erscheinens muß man sich auch heute noch nach der Karte von FRITZ aus dem Jahre 1881 orientieren. Dieser eigentümliche Zustand ist darin begründet, daß Polarlichtbeobachtungen nur von wenigen Observatorien in das Beobachtungsprogramm aufgenommen sind; es ist zu hoffen, daß das internationale Polarjahr 1932/33 diese Lücke zum Teil ausfüllen wird.

Zu den wenigen Orten, an denen das Polarlicht systematisch beobachtet wird, gehört seit 1924 das englische Observatorium *Lerwick* (60.1° N, 1.2° W) auf der größten Shetlands-Insel, in 27.4° Abstand vom nördlichen Pol der magnetischen Erdachse. In den 8 Monaten September–April wird der Himmel von 19 bis 23 Uhr regelmäßig in Abständen von 15–30 Minuten auf Nordlichterscheinungen durchsucht; das Ergebnis wird u. a. auch in Form von Charakterzahlen P für jede Stunde und jeden Tag zusammengefaßt: 0 kein Polarlicht sichtbar trotz günstigster Beobachtungsbedingungen, 1 Polarlicht diffus, 2 Polarlicht mit strahliger Struktur.

Aus einer kurzen Zusammenstellung (7) für die

Jahre 1924—1929 geht hervor, daß an 30% aller Abende die Beobachtungen nicht durch Bewölkung, Mondlicht, Dämmerung oder andere Ursachen behindert waren; an 59% dieser günstigen Abende wurde Polarlicht beobachtet. Die Maxima zur Zeit der Tagundnachtgleichen treten gut hervor; durchschnittlich war Polarlicht im Dezember und Januar nur an 39, im September, Oktober, März und April dagegen an 65 von je 100 günstigen Tagen. Im Verlauf des Abends steigt die Häufigkeit schnell von 19—21 Uhr, später langsamer; Strahlenstruktur wurde am häufigsten um 21 Uhr beobachtet, und zwar in 11% aller günstigen Tage.

Für die 367 günstigen Tage wurde außerdem, nach den Registrierungen in Lerwick, eine erdmagnetische Charakterzahl M in der üblichen Weise bestimmt. Die folgende Häufigkeitstabelle zeigt im allgemeinen den bekannten Zusammenhang zwischen erdmagnetischer Aktivität und Polarlicht:

Lerwick 1924—1929		Polarlichtcharakterzahl P			Summe
		0	1	2	
Magnetische Charakterzahl M	0	107	31	5	143
	1	43	104	39	186
	2	2	13	23	38
Summe		152	148	67	367

Die beiden Tage mit $M = 2$, $P = 0$ erweisen sich bei näherer Betrachtung als bedeutungslose Ausnahmen; denn in einem Fall wurde zwar nicht in Lerwick selbst, aber in weniger als 100 km Entfernung Nordlicht beobachtet, und im anderen Fall verdankte der Tag seine magnetische Charakterzahl 2 einer Störung, die gegen Abend schon abgeklungen war. Die Regel, das starke magnetische Stürme von Polarlicht begleitet sind, wird also in keinem Fall verletzt.

Bemerkenswert sind aber die 5 extremen Fälle in der anderen Richtung, mit $M = 0$, $P = 2$; in 4 von diesen Fällen, bei denen übrigens die Strahlenstruktur nie von langer Dauer war, meldeten auch andere schottische Stationen Polarlicht. Es scheint damit bestätigt, daß in der Nähe der Polarlichtzone mitunter kurzdauerndes Polarlicht, auch bei strahliger Struktur, keine merklichen magnetischen Störungen hervorruft, wie schon VEGARD (8) bemerkt hat.

Zwei von diesen zuletzt erwähnten Ausnahmetagen sind der 10. und 11. Oktober 1928. Es ist wohl erwähnenswert, daß unter den 50 Spektralaufnahmen des Nachthimmellichtes, die L. A. SOMMER (9) 1928/29 in Göttingen erhielt, die einzige, die außer der grünen Nordlichtlinie andere Linien erkennen ließ, aus der Nacht vom 9. bis 10. Oktober 1928 stammt. SOMMER hielt es für unwahrscheinlich, daß er mit dieser Aufnahme eins von den seltenen Nordlichtern getroffen haben sollte, und die internationalen erdmagnetischen Charakterzahlen (9. Oktober 0.0, 10. Oktober 0.4) schienen ihm recht zu geben. Nach den Beobachtungen in Lerwick darf man aber das Auftreten echten Polarlichts in der betreffenden Nacht doch nicht mehr als so extrem unwahrscheinlich ansehen. Damit wird auch SOMMERS Einwand weniger stichhaltig gegenüber der RAYLEIGHschen Auffassung, nach der das Nordlicht und das Leuchten des Nachthimmels insofern physikalisch verschieden wären, als nur bei echtem Nordlicht außer der grünen Linie weitere Linien und Banden auftreten.

J. BARTELS.

Literatur:

1. E. BRÜCHE, Physik. Z. **31**, 1011—1015 (1930); **32**, 31—33 (1931) — Naturwiss. **18**, 1085—1093 (1930). — C. STÖRMER, Z. f. Astrophys. **1**, 237—274 (1930). — 2. Naturwiss. **18**, 92—95 (1930); Erg. d. exakt. Naturwiss. **9**, 38—78 (1930). — 3. S. CHAPMAN u. V. C. A. FERRARO, Monthly Notices R. Astron. Soc. London **89**, 470—479 (1929). — 4. Nature **126**, 129—130 (1930). — 5. CHAPMAN, S., Monthly Notices Roy. Astron. Soc. London, Geophys. Suppl. **2**, 296—300 (1930) Nr 6. — 6. Naturwiss. **16**, 1032—1033 (1928). — 7. A. W. LEE, Meteorol. Office, Profess. Notes No. 56, London 1930. — 8. L. VEGARD, Handb. d. Experim.-Phys. **25**, Tl 1, 402. Leipzig 1928. — 9. L. A. SOMMER, Z. Physik **57**, 592 (1929).

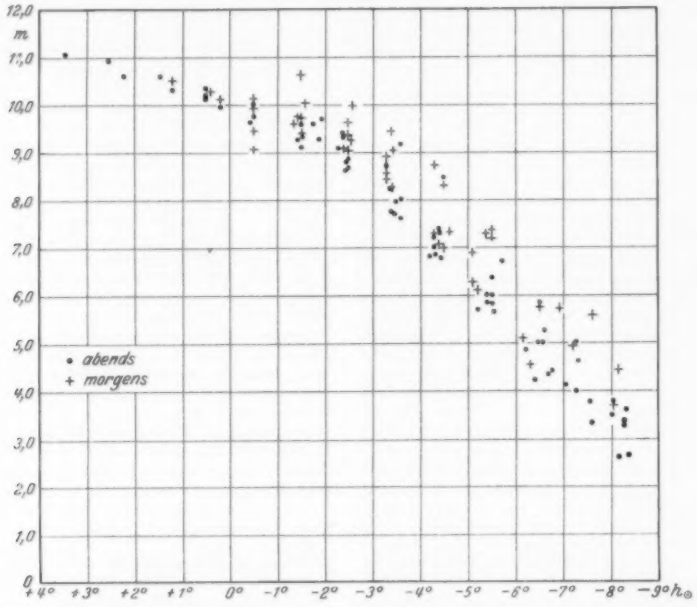
Astronomische Mitteilungen.

Bemerkungen zur Helligkeitskurve des Himmels nach Sonnenuntergang. Alle Arbeiten, die sich mit der Helligkeit des Himmels zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang befassen, geben keine lückenlose Kurve der Helligkeit des Himmels in dieser Zeit. Die eine Gruppe, Arbeiten über die Helligkeit in der Dämmerung, meist von Meteorologen gemacht, reicht nie bis an das Ende der astronomischen Dämmerung. Lediglich B. FESSENKOFF hat in den Astron. Nachr. **220**, 33—42, eine 5tägige Messungsreihe der Helligkeit des Himmels bei Sonnendepressionen zwischen 6° und 18° gegeben. Der Verfasser hat eine Messungsreihe an 7 Tagen bei Sonnendepressionen von 4° bis 14° in Gerlands Beitr. **28**, 279 veröffentlicht. Alle übrigen Arbeiten aber reichen nur bis 6° oder 8° Sonnendepression. Die zweite Gruppe enthält Arbeiten über die Helligkeit des Nachthimmels. Darin sind aber nur die Helligkeiten bei Sonnenständen unter −20°, meist sogar nur unter −30° Höhe gegeben. Es bleibt also um das Ende der astronomischen Dämmerung bei Sonnenhöhe −18° eine Lücke. Gerade diese Lücke aber bekommt aus zweierlei Gründen einige Bedeutung. Wegen der großen Helligkeitsabnahme in der Dämmerung sind die in den beiden Gruppen von Untersuchungen verwendeten Apparate immer sehr voneinander verschieden. Schon aus diesem Grunde läßt sich die Lücke nicht einwandfrei durch Interpolation ausfüllen, abgesehen davon, daß meist auch nicht die gleichen Gebiete am Himmel gemessen wurden. Besondere Bedeutung aber erhält diese Lücke bei der Frage nach der Herkunft der Aufhellung des Nachthimmels. In Scientia (Milano) **30**, 271—278 zeigt CH. FABRY, daß das Licht des Nachthimmels nicht vom diffusen Sternlichte herrühren kann, da man sonst für die schwächeren Sterne zu große Zahlen erhalten würde. Auch die Meinung, daß Meteoreinstürze die Ursache der Aufhellung des Nachthimmels seien, erwies sich als nicht zutreffend. Es müßte sonst der Morgenhimmel heller sein als der Abendhimmel. N. BARABASCHEFF konnte auf Grund einer zweitägigen Messungsreihe keinen solchen Unterschied nachweisen. P. SALET vertritt, wahrscheinlich in Anlehnung an H. v. SEELIGERS Theorie der Entstehung des Zodiakallichtes, die Anschauung, daß die Aufhellung des Nachthimmels durch Reflexion des Sonnenlichtes an feiner Materie im Sonnensystem verursacht wird. Auch F. SCHMIDT sagt, der Dunkelheitsgrad des Himmels sei die ganze Nacht hindurch vom Sonnenstande beeinflußt. J. DUFAY wieder weist auf Grund seiner Untersuchungen auf die Ähnlichkeit des Spektrums des Nachthimmels und der Sonne hin. Für die Extinktion der Fixsterne kann aber die Frage nach der Herkunft des Lichtes des

Nachthimmels nicht bedeutungslos sein. Es ist schon aus diesem Grund wichtig, genau festzustellen, wieweit sich eine Abhängigkeit der Helligkeit des Nachthimmels vom Sonnenstande ergibt. B. FESSENKOFF weist in seiner schon eingangs erwähnten Arbeit darauf hin, daß die Helligkeitskurve schon bei 17,7° Sonnendepression nach anfänglich sehr steilem Abfall rasch in eine Senkrechte zur Koordinate der Helligkeiten übergeht. Dabei ist aber nicht zu vergessen, daß die Kurve dieser Messungsreihe selbst nur knapp über 18° Sonnendepression reicht. Überdies aber erstreckt sich die Beobachtungsreihe nur über 5 Tage um das Wintersolstitium. Man kann also daraus nicht mit zwingender Notwendigkeit folgern, daß unter der ersichtlich ist, ist der Helligkeitsabfall ein sehr großer, so daß gegen das Ende der astronomischen Dämmerung schon sehr kleine Werte zu erwarten sind. Der Vergleich dieser Kurve mit den bisher gegebenen Helligkeitskurven gab eine sehr gute Übereinstimmung. Auch bei dieser Messungsreihe zeigte sich, daß die in Gerlands Beitr. **28**, 279 vom Verfasser aufgestellte Formel im Bereiche von Sonnenhöhen unter −4° eine sehr gute Darstellung der Werte gibt. Die in der Formel

$$\log J = a\,(1 + \sin^2 z) + b$$

vorhandenen Konstanten sind dabei hauptsächlich von der Skala der Helligkeit J und vom Instrumente abhängig. z ist in der Formel die Zenitdistanz der



Kurve der photographischen Helligkeiten (in Größenklassen m) des Zenits bei Sonnenhöhen $h_\odot$.

Sonnenhöhe −18° keine Abhängigkeit der Himmelshelligkeit vom Sonnenstande vorhanden ist. Der Verfasser hat nun zuerst auf der Stolzalpe in Steiermark mit einer Kaliumzelle Messungen der Dämmerungshelligkeit gemacht. Ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit der Messungen konnte aber nur bis zu einer Sonnenhöhe von −14° gemessen werden. Die erhaltene Helligkeitskurve stimmte sehr gut mit den Kurven anderer Autoren überein. In Wien wurden die Messungen dann photographisch fortgesetzt. Die verwendete Kamera hatte ein Öffnungsverhältnis 1 : 40, so daß rund um das Zenit ein Bereich von ungefähr 1° gemessen werden konnte. Dabei war schon bei −9° Sonnenhöhe eine Belichtungszeit von 12 Minuten notwendig, um eine noch schwache Schwärzung der Platte zu erhalten. Wie aus der beigegebenen Figur Sonne. In der Figur ist statt der Helligkeit J die Größenklasse m angewendet. Nach den Messungen mit der Kaliumzelle gilt die Formel aber nur bis ungefähr −13° Sonnenhöhe. Die Zellenmessungen und die photographischen Messungen lassen einen einwandfreien Vergleich zu, da bei beiden Reihen nur Zenithelligkeiten gemessen wurden. Dies hat den Vorteil, daß die Helligkeit nicht auch noch vom jeweiligen Azimute der Sonne abhängig wird. B. FESSENKOFF hat in 20° Höhe über dem Horizonte gemessen. Daher können seine Beobachtungen nicht mit diesen beiden Reihen verglichen werden, da ja die Helligkeit des Nachthimmels am Horizonte immer größer ist als im Zenite. Übrigens sind Messungen der Zenithelligkeit auch nicht so sehr beeinflußt von lokalen Eigenheiten des Beobachtungsortes.

FRIEDRICH SCHEMBOR.

Berichtigung. In der Zuschrift „Über Leitfähigkeit von dünnen Metallfolien" (Heft 4, S. 86) soll Gleichung 1 heißen:

$$\lambda' = \lambda \frac{d}{d + \alpha\lambda}.$$

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.